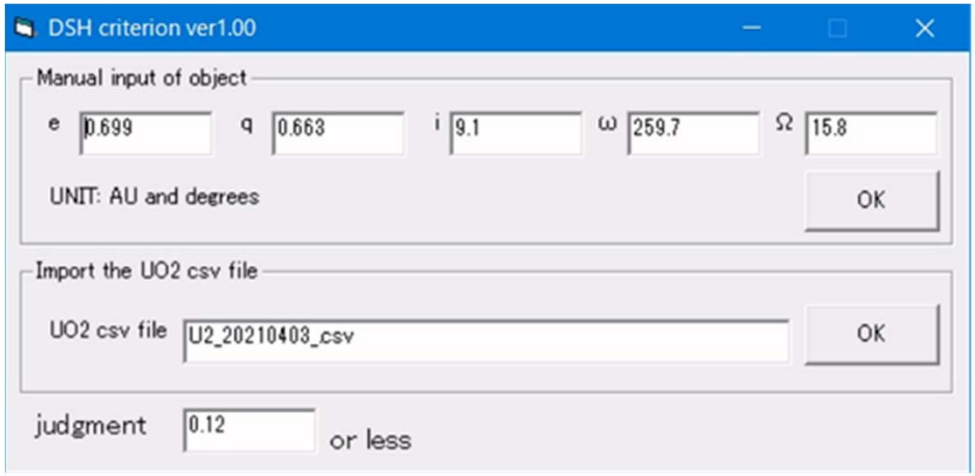
DSH判定ソフトの公開(永井和男)

　Dshの判定ソフトを作成しましたのでお知らせします。観測から得られた流星の軌道要素を入れて、その母天体候補を推定するプログラムです。判定にはSouthworth & Hawkins(1963)のDSH値を用いています。母天体のデータベースは「Data Available from the Minor Planet Center」と「IAU MDC streams all data」を使用しています。なお、フリーソフトですのでご使用は自己責任でお願いします。

D_{SH}判定ソフトの公開

神奈川県　永井和男

- 軌道要素が分かった流星の母天体候補をDSH判定で選別するソフトウエアを公開しました
- プログラムは軌道要素（e, q, i, ω, Ω）を入力して母天体候補を探します
- あるいはUFOorbitV2が出力するcsvファイルを読み込ませて母天体候補を探します



軌道要素を手入力する方法とUO2が出力するcsvを読み込む方法の二通りあります

判定の閾値を設定できます、左の例では0.12となっています、D_{SH}値がこの値以下の物を抽出します

- 判定は Southworth & Hawkins(1963) の D_{SH}値を用います
- 既知の小天体のデータベースは以下から入手しました
  - 小惑星・彗星　　Data Available from the Minor Planet Center
  - 流星群　　IAU MDC streams all data
- プログラムは　http://eclipsingbinary.web.fc2.com/DSH_criterion.htm　より入手できます
- ご使用は自己責任でお願いします
- このソフトを使用した研究等はレファレンス等にその旨の記述をして下さい

流星の偏光観測(永井和男)

2台のカメラを使って流星の偏光観測を行いました。観測期間は8月下旬から9月末までのひと月ちょっとです。2台で観測していますので偏光角の測定になります。偏光度が分かりませんので一定と仮定しています。偏光角の変化にはそれぞれに特徴がありました。観測数が不十分ですので今後も同様な解析をしようと思います。

流星の偏光観測

2021年8末･9月の偏光観測報告

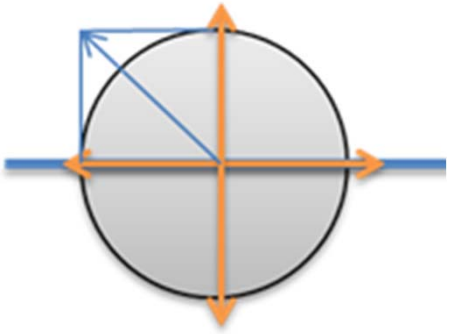
8月末から偏光観測を始めました。今回は8月末と9月の解析を手探りですが始めてみました。

2021年12月6日

平塚市博物館流星分科会　永井和男

実施した偏光観測の方法・解析

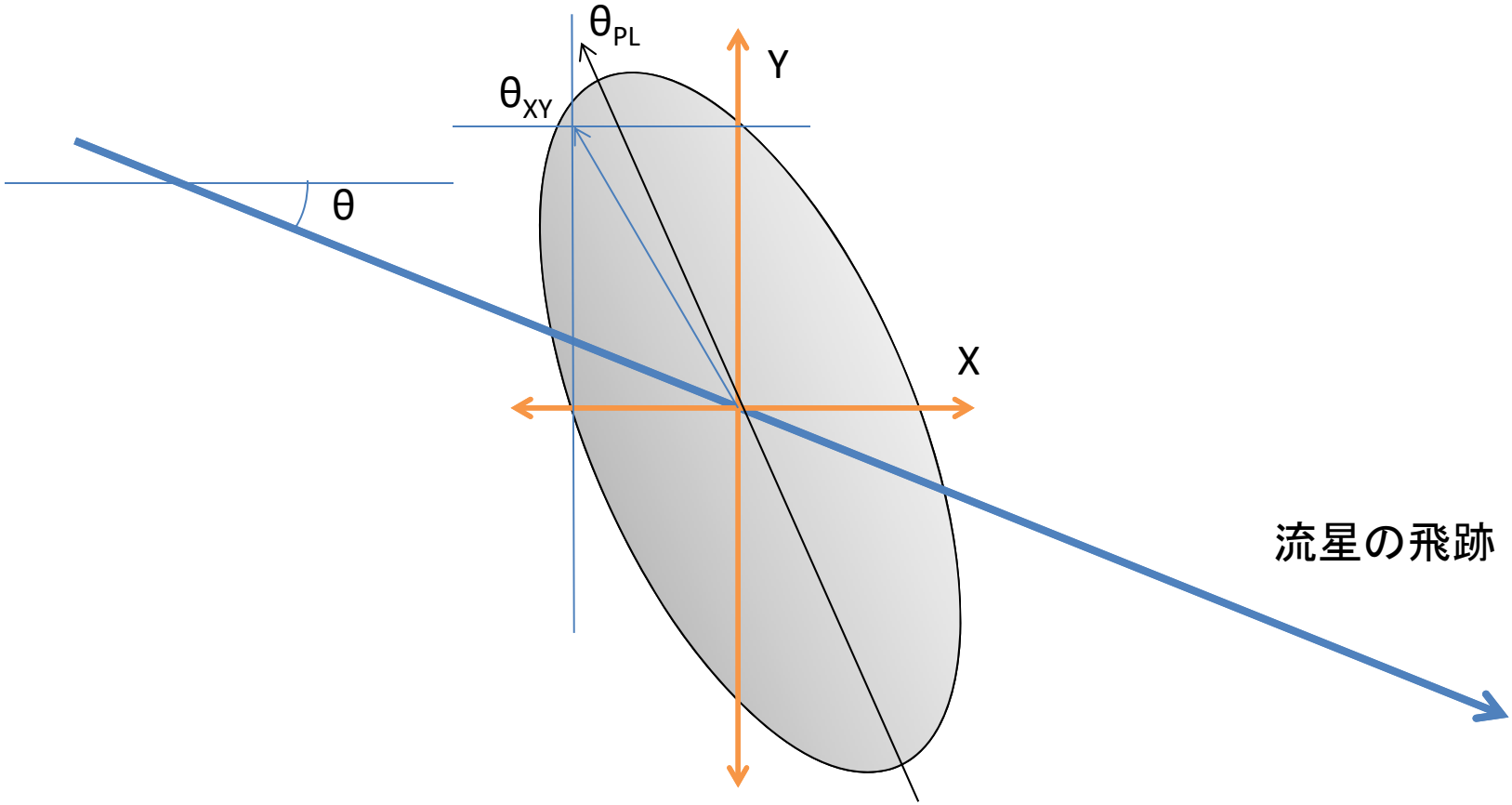
- 偏光フィルターを付けた同じハードウエアのカメラを2台用います。(WATEC902H2U, 6mm)
- 一方のフィルターの偏光方向を対地に対して垂直にする、これを垂直偏光カメラとしました。水平にしたものは水平偏光カメラです。
- 無偏光の光はフィルターによって方向をセレクションされるため偏光角を求めると45度になります。(無偏光は45度)



右の2台が
偏光カメラ
左の1台は
分光カメラ

- UFOAnalyzerV2はフレーム毎に等級を求めてくれますが2台のカメラは同期していないのでHとVでフレーム数が違う場合があります。これの数を揃えるプログラムを作りました。
- 偏向標準星は使っていません。UFOAnalyzerV2の求めた等級を使用しました。
- 偏光角を求める際には等級を光度に変換してから行っています。
- 偏光度が測定出来ない事から偏光度を一定と仮定して解析しました。

注意点：垂直と水平だけでは正しく偏光角を求められない



- 長軸の角度θ_{PL}と$\theta_{XY}=\tan^{-1}(y/x)$では角度が異なる（偏光度が異なっても同様）
- 飛跡と垂直・水平でないと偏光角を正しく測れない
- しかし、（偏光度が同じならば）θ_{XY}でも偏光角が変化した事はわかります

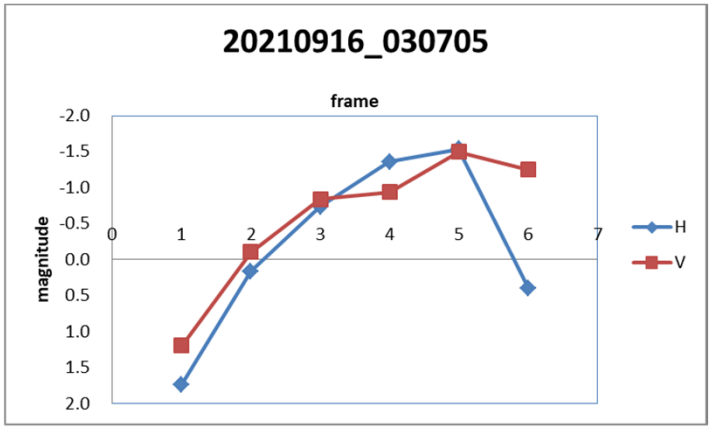
2021年8･9月の観測結果

流星が上から下･右から左に飛んでいる場合は飛んでいる方向の記述をしていません

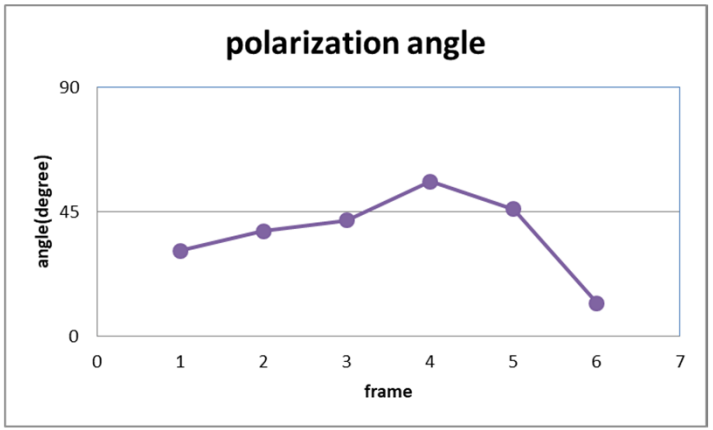
date	time	単点	Amag	Vg	stream	duration	H1	H2	速い	高い	長い	明暗	最初の偏光のまま	徐々に偏光	増光偏光	変化大	増光	月	雲	角度	remarks
2021/8/19	20210819_193439		−1.8	23.8	J5_kCg	0.68	96.0	80.3						有り	有り	大	有			斜め	画面端、バースト後に偏光あり、回転の様子らしきものが見える、フレーム毎に増減しているのでフレームと同じ周期で回転か？
	20210819_200502		−0.2	35.8	spo	0.35	90.4	80.5						有り					雲	斜め	薄曇り、始点で回転力を得てゆっくりと回転を始める
	20210820_011804		−0.4	21.4	J5_kCg	0.50	92.3	83.9							有り		有			垂直	画面端、最後にゆっくりと増光、増光が終わると偏光、それ以外は無偏光、これは回転していない物か
	20210820_013543		−2.2	64.3	spo	0.93	115.8	91.7	速	高	長			有り	有り	大	有			水平	画面下端、水平飛跡、明るい、緩やかに変化、最後に緩やかな増光、その後に偏光
	20210820_024433		0.0	56.6	J5_Per	0.22	107.2	97.5	速	高		暗				大				斜め	暗いので評価しない
	20210820_031332		−0.9	55.7	J5_Per	0.40	109.1	90.3	速	高				有り	有り	大	有			斜め	斜め45度の流星、ゆっくりと偏光角が変化し、緩やかな増光後に大きな偏光をしている
	20210820_041540		−2.0	69.2	spo	0.37	115.5	90.7	速	高			有り		有り	大	有			垂直	画面左下、明るい増光あり、最初から偏光を持っている、増光中は変化なし、増光が終わってから偏光角に変化有り
2021/8/22	20210822_191712		−0.7	25.0	spo	0.60	100.4	87.3		高			有り		有り	大	有			斜め	あまり明るくない、最初から偏光有、変化ないまま、短い増光あり、その後、徐々に偏光角が変化
2021/8/23	20210824_004941	単点	−1.2		spo	0.20							有り		有り			有		垂直	近くに明るい月あり、徐々に明るくなり暗くなり始めると偏光がある
2021/8/25	20210825_202331		−1.6	24.2	J5_kCg	0.65	95.3	79.0						有り	有り		有			斜め	画面端、やや曇り、斜め45度の角度、低速か？、徐々に偏光角が増えて行き、光度が下がりだすと偏光角が減ってゆく、最後にも増
	20210826_003006		−2.1	57.1	J5_Per	0.78	113.3	89.9	速	高	長			有り	有り			有		斜め	画面端で切れている、そのため終点は評価できない、斜め45度の角度、低速流星か？、ゆっくりと偏光角が減っている
	20210826_022930	単点	−1.0		spo	0.17								有り				有		水平	水平飛跡、月有り、高速？、短経路、偏光角の変化は無いように思われる
2021/8/26	20210827_021641	単点	−2.7		spo	0.20												有		水平	月有り、画面端、ほぼ水平、高速か？、おそらく偏光角の変化は無し
2021/8/27	20210828_035831		0.3	49.7	spo	0.30	104.4	89.1		高		暗						有		垂直	垂直、月と非常に近い、短経路、偏光なしか、あるいは、僅かな増光を境に偏光角が変化した、暗い流星
2021/8/28	20210828_214405		0.9	14.3	spo	1.00	89.7	75.8			長	暗		有り						斜め	斜め45度の角度、下から上に飛んでいる、、かなり高速か？、偏光か僅かな偏光
	20210829_001512	単点	−0.3		spo	0.13														垂直	垂直、画面端で始点が切れている、偏光なし
	20210829_005515		0.1	26.7	spo	0.60	91.1	78.3				暗			有り		有			斜め	斜め45度の角度、下から上に飛んでいる、緩やかに明るくなる暗くなっている、偏向は徐々に変化している
	20210829_023610		0.2	24.2	spo	1.03	92.5	77.2			長	暗			有り		有			水平	水平、近くに月あり、右から左に飛んでいる、増光のタイミングがHとVで違う
	20210829_042253		−2.1	42.5	spo	0.65	107.5	86.3		高			有り		有り			有		垂直	垂直、終点は切れている、月有り、ただし初期から偏光角あり
2021/8/31	20210901_042612	単点	−2.9		spo	0.40									有り				雲	垂直	垂直、雲有り、最大等級以降は偏光角が徐々に減少している
2021/9/5	20210905_211929	単点	0.2		spo	0.07						暗								垂直	暗くて短経路、評価しない
	20210905_220403	単点	0.2		spo	1.34					長	暗		有り					雲	水平	雲が濃く、激しい偏光角の変化、暗いので評価しない
2021/9/6	20210906_222940		0.4	19.2	spo	0.80	94.7	80.1			長	暗							雲	斜め	薄雲で、暗いので評価しない
2021/9/7	20210908_032607		−0.3	41.5	spo	0.20	90.3	85.9						有り	有り	大				斜め	下から上に流れている、始点から終点まで偏光角が変化し続けている
	20210908_035310		−1.0	29.8	spo	0.77	93.2	80.3			長			有り	有り					斜め	右から左に流れている、始点から終点まで偏光角が変化し続けている
2021/9/9	20210909_233346		0.0	37.3	spo	0.40	96.3	84.9				暗								斜め	短い、変化なし、しかし、緩やかな光度変化と偏光角の緩やかな変化の例と思われる
2021/9/13	20210914_015249		−1.3	67.2	spo	0.43	115.2	95.3	速	高				有り						水平	緩やかな変化、最後に大きな変化をしているがRealでは無いかも知れない(補間処理)
	20210914_015642		−2.0	65.3	spo	0.65	110.1	89.4	速	高										斜め	変化なし、最後が欠けている
	20210914_021017		−3.0	64.9	spo	0.93	111.9	93.9	速	高	長				有り		有			水平	増光に急変
	20210914_022835	単点	−3.9		J5_sPe	0.30								有り	有り		有			斜め	ゆっくりと変化し、光度もゆっくりと変化し暗くなったら逆向きに変化している
	20210914_025022		−0.9	45.8	spo	0.10	91.3	87.0					有り						雲	斜め	変化なし、短い、しかし、緩やかな光度変化と偏光角の緩やかな変化の例と思われる
2021/9/15	20210916_030705	単点	−1.5		spo	0.17									有り	大				垂直	明るくなるにつれて徐々に変化し、暗くなると急に逆方向に変化する
	20210916_041234		−1.5	68.2	spo	0.33	117.8	95.7	速	高										斜め	明るくなっても変化しない、暗くなっても変化しないm
	20210916_043116	単点	−1.3		spo	0.30									有り					斜め	ゆっくりと明るくなって、ゆっくりと暗くなる、偏光角も同様な変化、全般にゆっくりと減少している
2021/9/16	20210917_041658		−1.4	65.6	spo	0.31	113.8	93.9	速	高										垂直	高速、短経路、変化なし
2021/9/19	20210920_001420		−0.7	22.7	spo	1.24	90.9	66.0			長		有り					有		垂直	最初から偏光していて、ずっと変化なし
	20210920_021513	単点	−0.3		spo	0.70					長		有り		有り					水平	左から右に流れている、徐々に変化している
	20210920_022759		−1.6	62.1	J5_sPe	0.30	111.5	92.5	速	高					有り					垂直	最後が切れている、正しく測定されていない
	20210920_040212		−1.8	50.9	spo	0.40	110.3	89.9	速	高			有り		有り		有			垂直	徐々に減るパターンか、変化のないまま増光し、その後減少する
2021/9/20	20210920_220523		−0.4	41.8	spo	0.70	102.7	80.1		高	長		有り	有り				有		垂直	最後が切れている、Vだけ変化している、徐々に変化している
	20210920_225557		−0.9	62.0	spo	0.43	107.7	89.9	速	高			有り	有り				有		斜め	ゆっくりと変化、等級も緩やかな変化、月があっても偏光に影響ないようだ、雲も流星が明るければ偏光に影響は無さそうだ
2021/9/21	20210922_024857	単点	−1.4		spo	0.30							有り						雲	斜め	変化なし、Vが1等明るい、雲の影響か？
2021/9/25	20210926_022358	単点	−2.6		J5_sTa	1.17					長							有	雲	斜め	左から右に流れている、徐々に変化しているは変化していない
2021/9/26	20210926_212347	単点	0.7		J5_oCt	0.20						暗	有り							垂直	最後が切れている、最後が切れている、変化なし
	20210926_232346		−1.5	67.2	J5_Ori	0.63	105.4	91.6	速	高			有り	有り	有り					水平	緩やかな変化、等級も緩やかな変化
	20210927_010957		−1.2	56.4	spo	0.37	111.9	94.5	速	高					有り	大				斜め	大変奇妙な変化をしています、特異な例
	20210927_011558		−0.4	52.2	spo	0.40	105.5	92.5	速	高			有り							垂直	高速、短経路、変化なし
	20210927_030224		−2.6	65.8	spo	0.60	123.3	91.1	速	高					有り			有		斜め	最後が切れている、緩やかな変化、等級も同様な変化
	20210927_042641	単点	−0.9		spo	0.10							有り	有り		有り		有		斜め	右から左に流れている、一定の変化量
2021/9/27	20210927_233932		−0.2	15.7	spo	1.60	94.8	70.5			長		有り						雲	斜め	最後が切れていて正しく測れていないようだ、右から左に流れている、変化なし
	20210928_002356		−1.0	43.7	spo	0.27	90.5	78.3												垂直	変化なし
	20210928_020512		−0.1	40.4	spo	0.40	98.9	84.6				暗			有り					垂直	緩やかな変化、等級も緩やかな変化、最後付近で変化が増えている
	20210928_021415	単点	0.1		spo	0.10						暗								斜め	経路が短すぎる、おそらく変化していない
	20210928_022416		−0.9	29.8	spo	0.83	100.2	77.1		高	長				有り			有		垂直	ゆっくりと明るさが変わっているが、偏光角は変化していない、最後に急に暗くなるところで偏光角が変化している
	20210928_023601		−1.2	61.5	spo	0.17	106.3	96.6	速	高								有		垂直	ゆっくりと明るさが変わっているが、偏光角は変化していない
	20210928_030318		0.7	30.8	spo	0.63	95.0	81.2				暗						有		水平	右から左に流れている、おそらく変化していない、暗い時の変化は暗いので上手く測れていない
	20210928_040800		−0.5	65.2	spo	0.20	113.9	99.2	速	高					有り			有		垂直	始めはゆっくりと変わって、最後に大きい目の変化、最初の所は回転か？
2021/9/28	20210928_224012		0.3	25.2	J5_sTa	0.90	99.3	81.1			長	暗								水平	変化はしていない様だ
	20210928_230611		−1.7	9.6	spo	0.40	90.9	86.8												斜め	変化はしていない様だ
	20210928_235531		−0.5	62.8	spo	0.33	112.2	98.9	速	高			有り							水平	最初と最後だけ角度が違う、他は一定
	20210929_015533		0.3	61.5	spo	0.27	107.1	92.0	速	高		暗								垂直	変化はしていない様だ
2021/9/29	20210930_030348		−1.0	62.0	spo	0.33	112.6	95.5	速	高				有り						斜め	徐々に変化している

解析例の説明

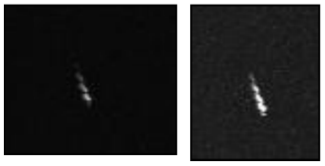
一つの流星に対してこの様なグラフを作りました



水平偏光(H)と垂直偏光(V)カメラが観測した流星の等級の変化
横軸はフレームです



偏光角のフレーム毎の変化です
45度が無偏光です

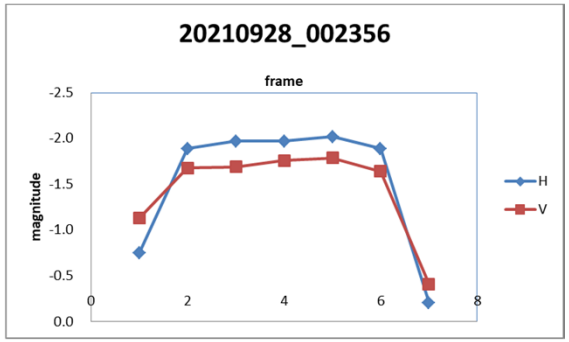


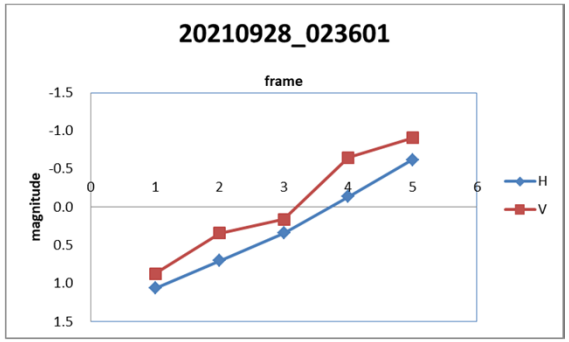
流星の写真です。左は水平・右は垂直です
水平カメラの方が暗めに画像処理されていますが明るさの測定は星でキャリブレーションされます

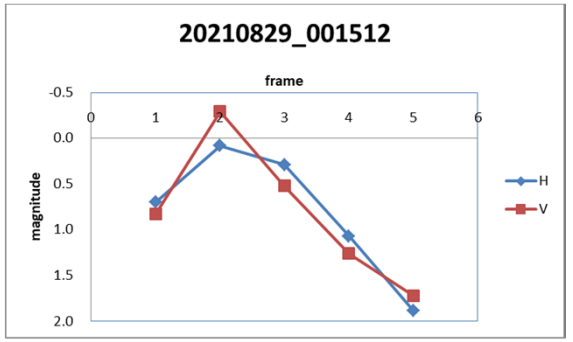
次ページ以降で
特徴的なサンプルを紹介します

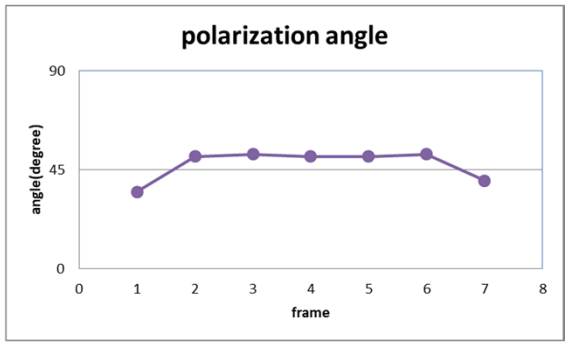
始点から終点まで無偏光の例

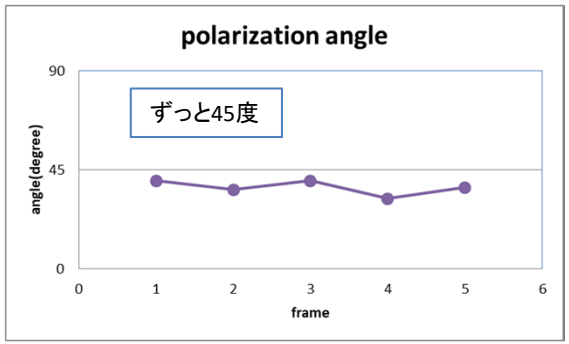
※Polarization angleのグラフを見て下さい

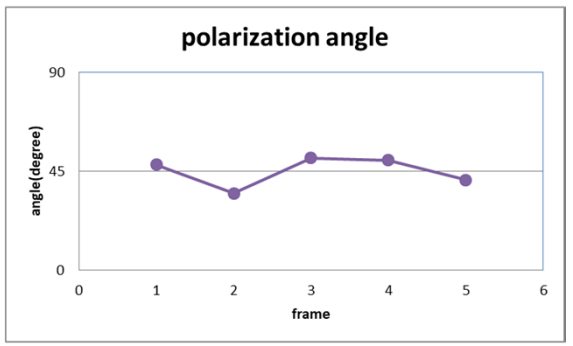












月有り

Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
−1.01	43.7	spo	0.267	90.5	78.3

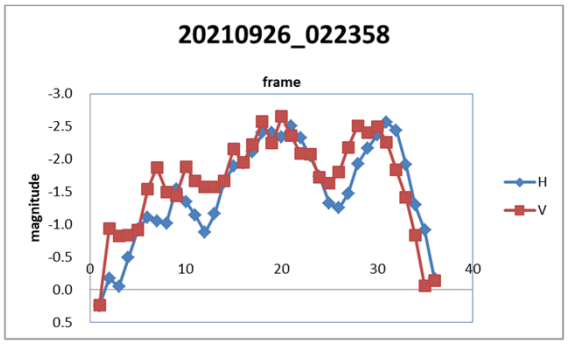
Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
−1.22	61.5	spo	0.16659	106.3	96.6

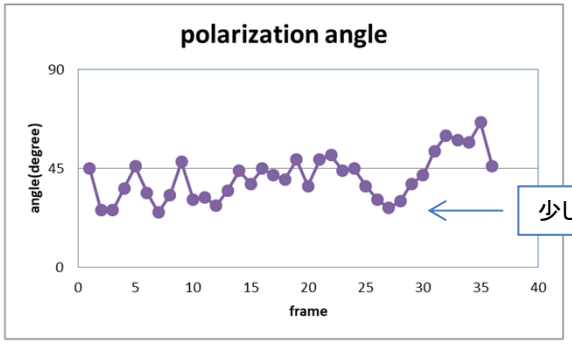
Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
−0.3		spo	0.133		

これらは偏光角が45度で変化が無い例です。短経路の流星です。

始点から終点までほぼ無偏光の例

長経路のサンプル

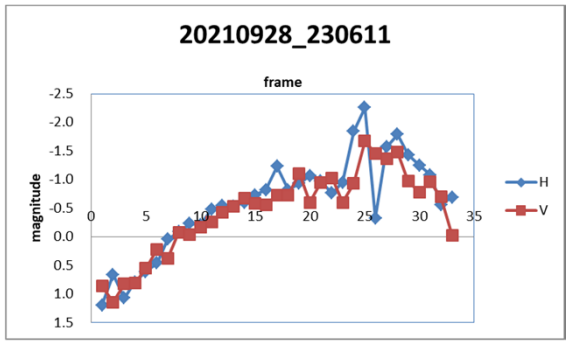


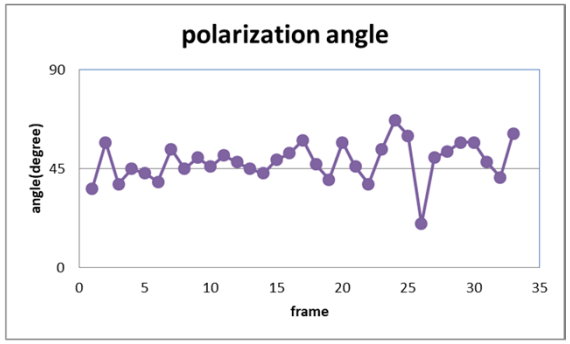


少し雲の影響あり

月有り
曇り

Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
−2.6		J5_sTa	1.168		

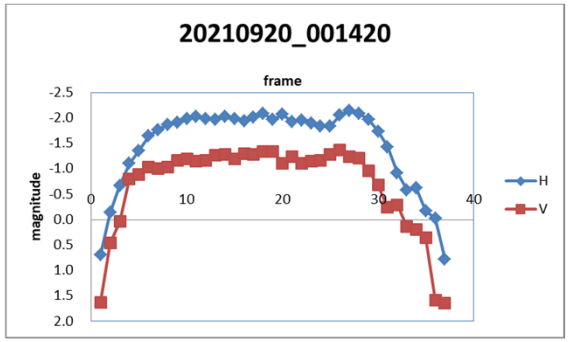


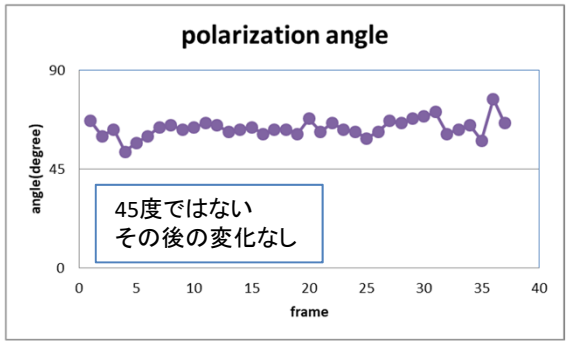


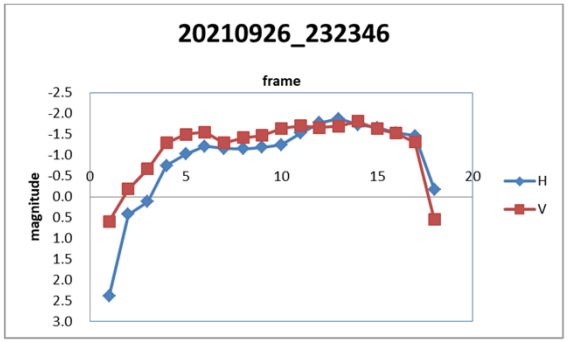
Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
−1.7	9.64	_spo	0.4	90.9	86.8

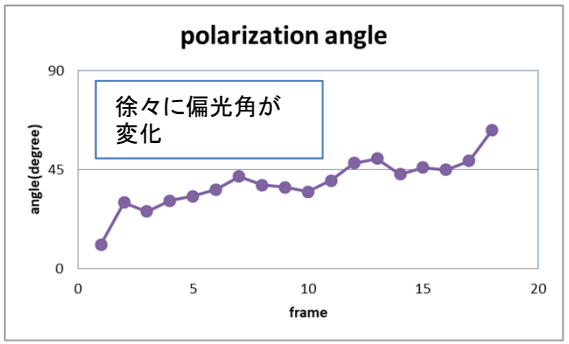
この例も偏光角の変化が無い例です、経路の長いものです

最初から偏光していて一定なまま消滅する例と徐々に偏光角が変化しながら消滅する例（回転していない例とゆっくりと回転している例か?）

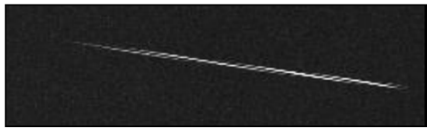








月有り



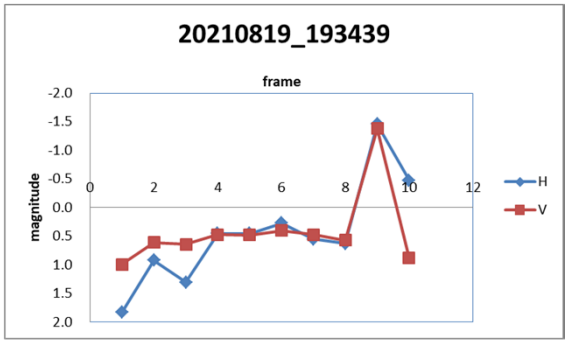
Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
−0.7	22.7	_spo	1.235	90.9	66.0

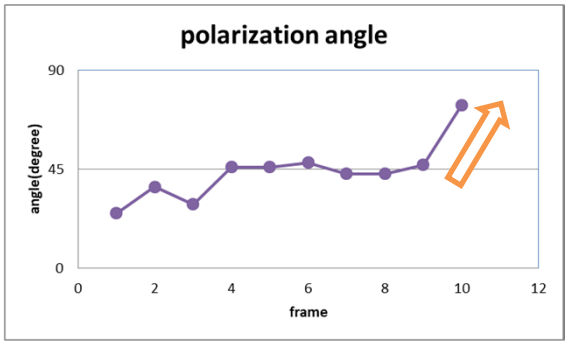
Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
−1.5	67.2	_J5_Ori	0.634	105.4	91.6

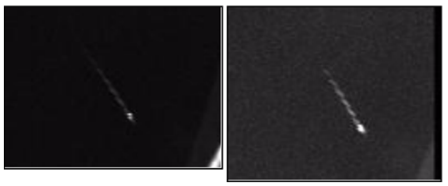
これらは発光点から偏光している例です、左はそのまま変化していません、右は回転しているのか徐々に偏光角が変化しています

増光・バースト後に偏光角が急変する例

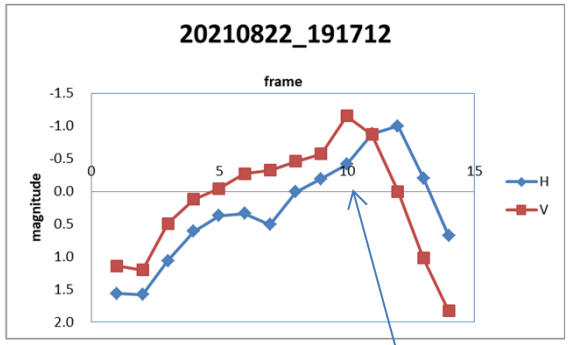
（この様に明るくなってから急に偏光角が変化した流星はとても多いです）

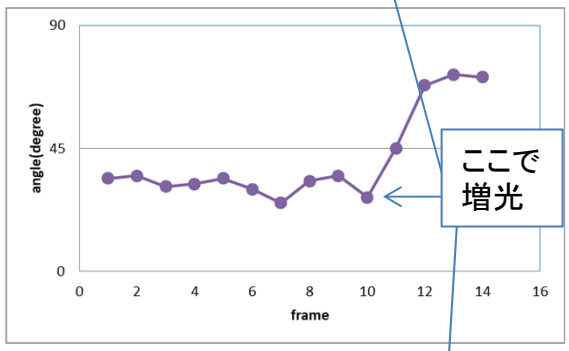


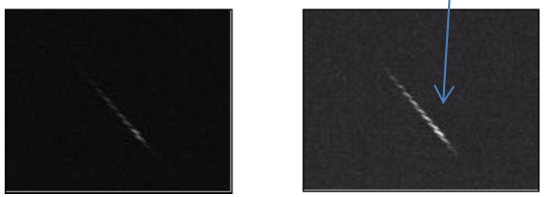




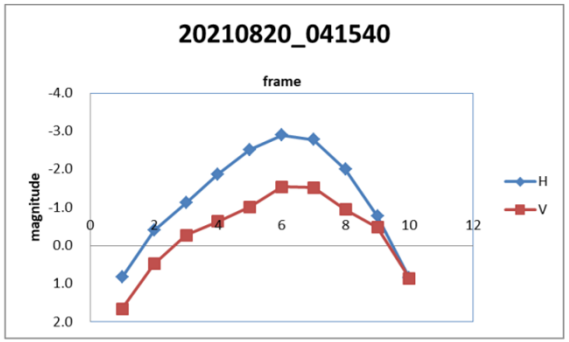
Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
−1.8	23.8	_J5_kCg	0.67987	96.0	80.3

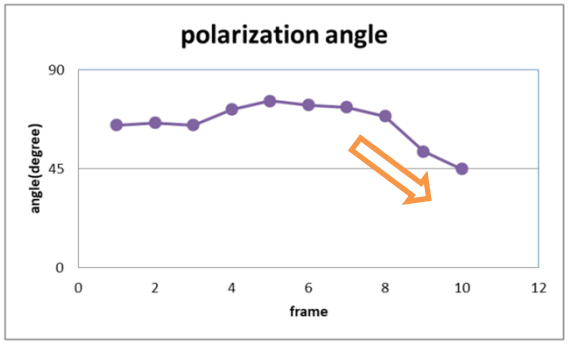


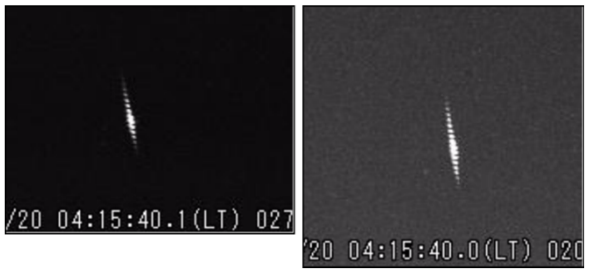




Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
−0.7	25	_spo	0.601	100.4	87.3



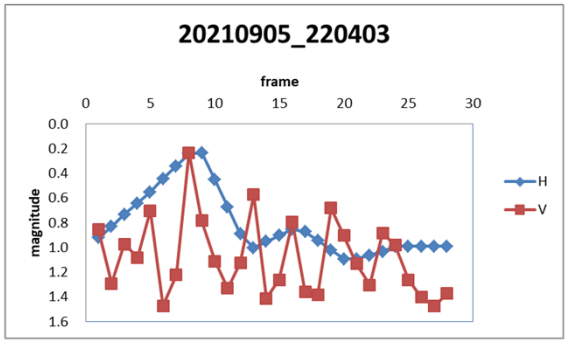


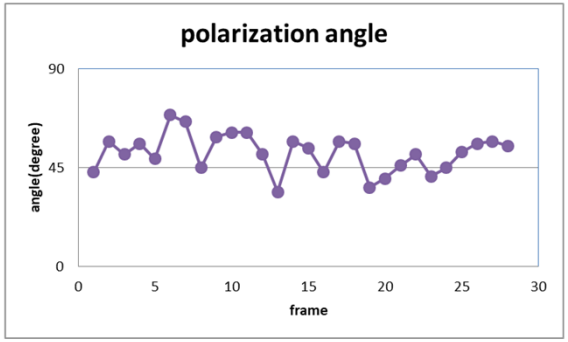


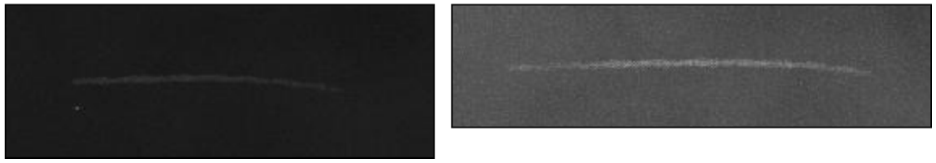
Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
−2.0	69.2	_spo	0.37223	115.5	90.7

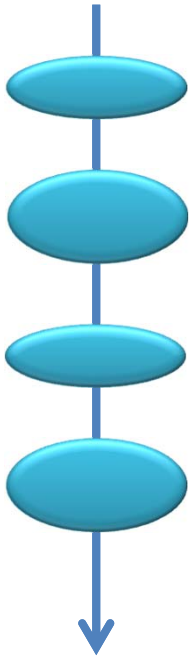
増光後に偏光角が変化する例は多いです

偏光度変化か？









V方向だけが変化しているサンプルか。
偏光度の変化か？

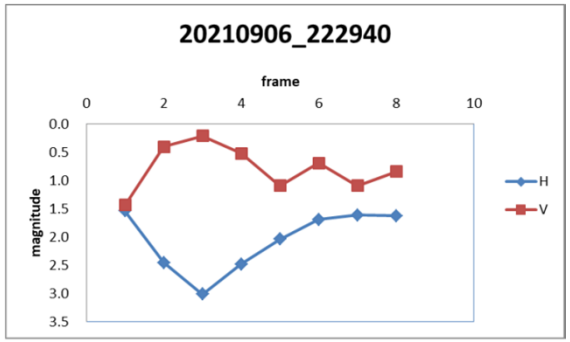
曇り

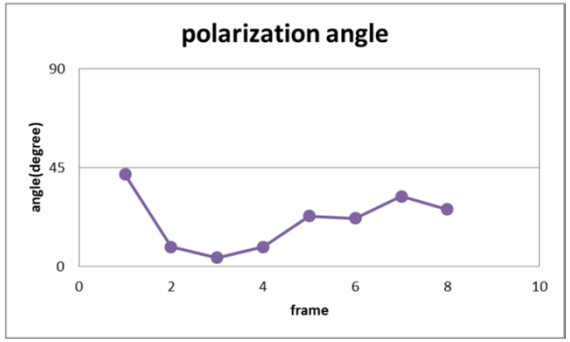
Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
0.2		spo	1.335		

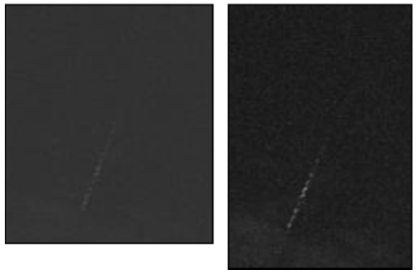
Vの不規則な変化

Vだけの変化ですが高速な回転かも知れません。流星痕にチューブ状の物がありそうですが形成過程を見ているのかも知れません。

特異な例



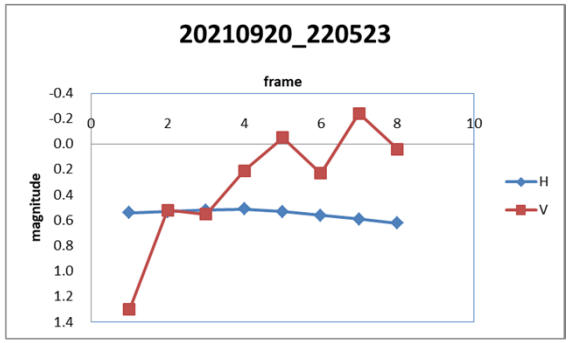


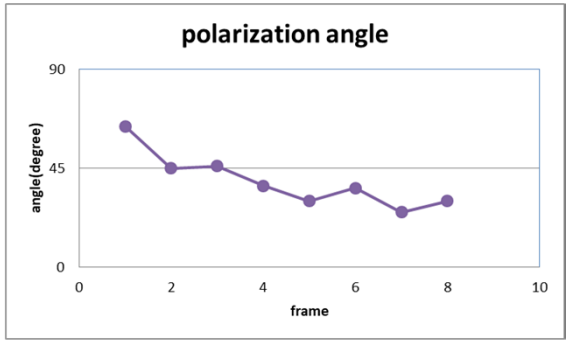


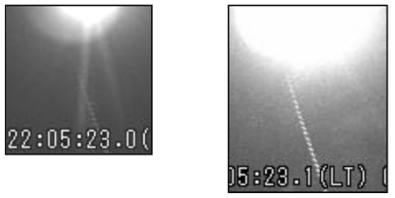
曇り

Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
0.4	19.2	_spo	0.801	94.7	80.1

H･Vの逆向き変化



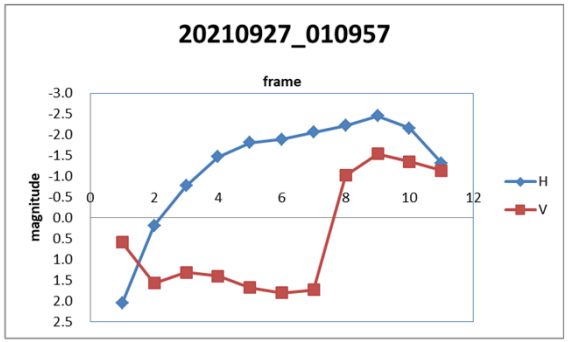


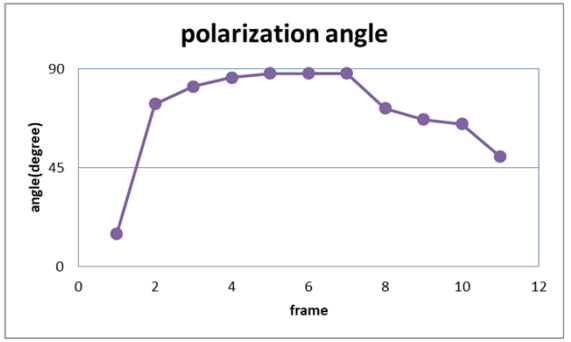


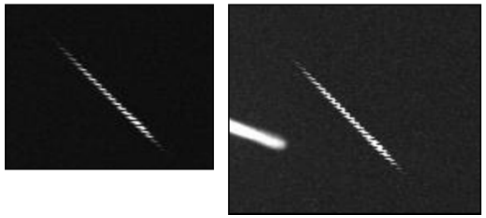
月有り

Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
−0.4	41.8	_spo	0.701	102.7	80.1

Vだけが変化





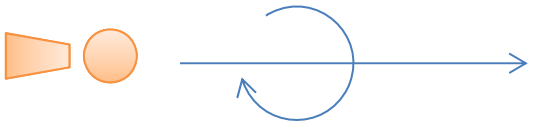


Amag	Vg	stream	duration	H1	H2
−1.2	56.4	_spo	0.367	111.9	94.5

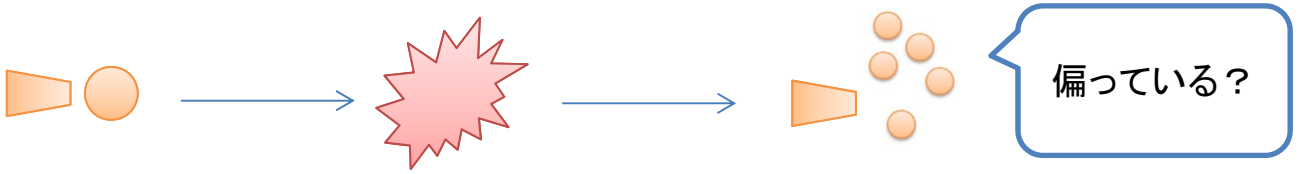
今回の最も得意な例です

解析のまとめ

- 月や雲の影響は無いか少なかった
- 偏光角がゆっくりと変化する物は回転偏光の可能性があります

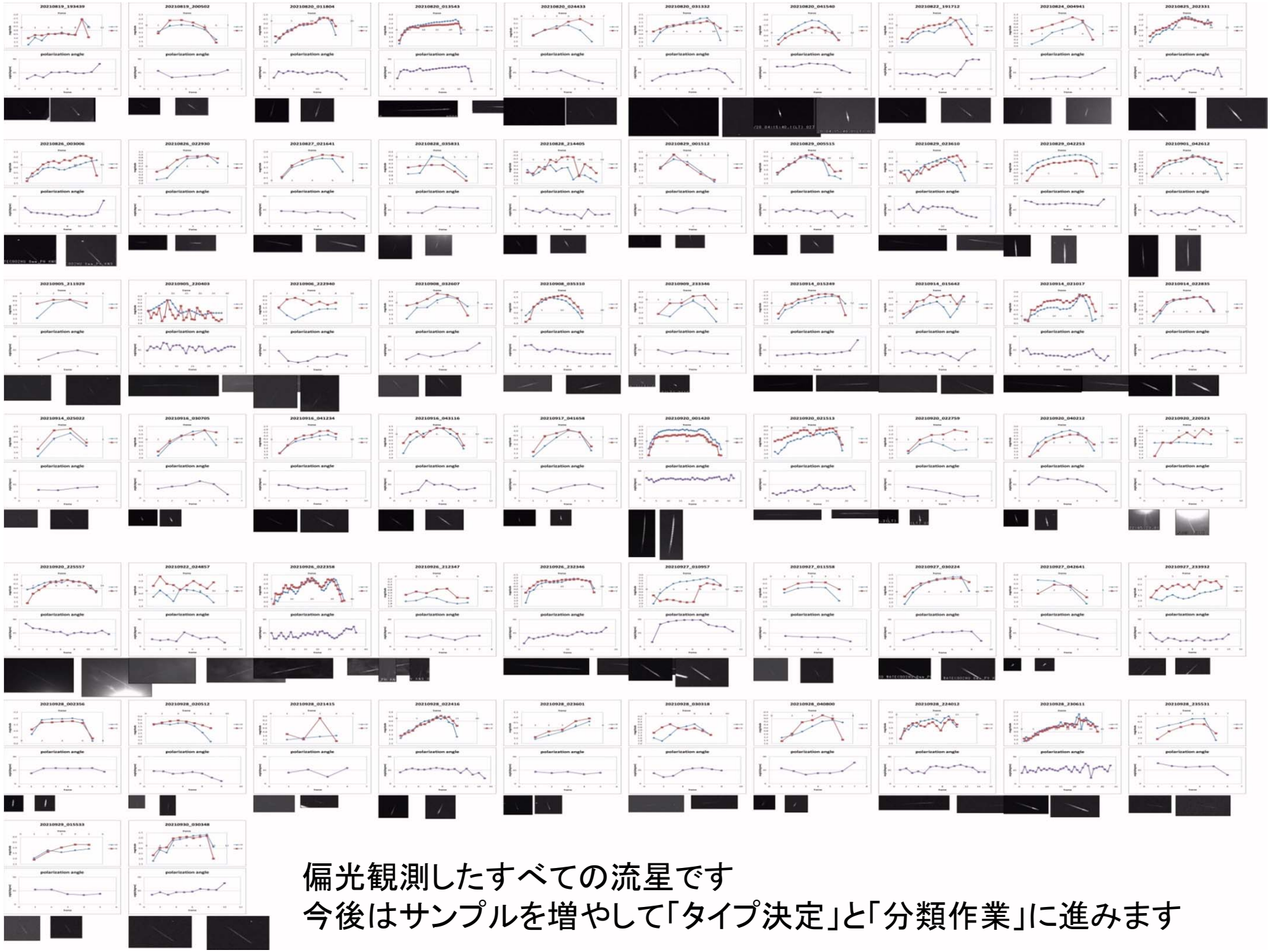


- 急な偏光角の変化は急激な非対称の分裂に関連しそうです、その多くがバースト直後に急な変化をしてる事で予想できます



- 始点から偏光角が有るもので変化しないまま終点まで流れる物があります、これは流星発光が始まった時点で偏光を起こす状態が出来て、そのままの状態で消えてゆくのかも知れません

- これらは憶測です、より多くの観測と解析を行う事で解決できると信じたいです
- この観測は偏光度が一定と言う仮定が必要なため解釈を難しくしています



偏光観測したすべての流星です
今後はサンプルを増やして「タイプ決定」と「分類作業」に進みます

まとめと今後の展望

- 偏光角の変化を解釈するには、まだまだサンプルが少ないです
  - 9月以降の画像も同様な解析をする必要があります

- 暫定で良いので偏光角変化の「タイプ」を決めて
- そのタイプに基づいたと「分類作業」を行う
- これにより偏光角の変化を解釈出来るようなると期待しています

- 偏光度が測定出来ない理由はカメラを増やす必要があるからです（予算不足）
  - ハードが異なる古いカメラがあるのでこれが使えるかテスト観測してみようと思います

ATOM CAM を用いた流星観測(赤松洋祐 永井和男)

3000円程度で購入できる監視カメラにATOM CAMがあります。このカメラは他に買い足すものも無くすぐに使用できます。感度が高く、夜空を写す事も出来ます。最近、このカメラで流星を撮影する人が増えています。平塚市博物館流星分科会では流星を撮影して終わりでは無く、SonotaCo netが提供する解析ソフトで解析を試みました。その結果、TV観測と同等な精度で測定できることが確認出来ましたので報告致します。

ATOM CAM を用いた流星観測

平塚市博物館天体観察会流星分科会　赤松洋祐・永井和男(記)

安価な監視カメラの ATOM CAM を用いて流星観測を行って UFOAnalyzerV2 で解析して UFOOrbitV2 で軌道を求める事が出来ましたので報告致します。観測と解析は赤松が行い、軌道決定は永井が行いました。流星分科会では他の数名のメンバーも自宅に ATOM CAM を設置して観測を始めています。

ATOM CAM はアトムテック社（ https://www.atomtech.co.jp/products/atomcam ）の防犯カメラです。ATOM CAM は 2500 円、防水タイプの ATOM CAM2 は 2980 円と安価です。また、このカメラだけで他に買い足すものはありません。操作はスマートホン（WiFi 2.4GHz）で行います。

ATOM CAM は防犯用の監視カメラですが暗所での感度が高く、夜間の空にカメラを向けると星や流星が撮影出来ます。

録画は 1080P で行われ ATOM CAM は 130 度，ATOM CAM2 は 120 度のレンズが付いています。記録は 1 分毎に mpeg4 の動画にして SD カードに保存されます。電源は 5V1A で USB 端子から受電します。これを空の見えるところに置くだけで流星観測が始められます。また、ATOM CAM2 は防水になっています。

ATOM CAM と ATOM CAM2 の各 1 台を防水用のケースに入れて自宅に設置して観測しています。

ATOM CAM は動画を SD カードに保存しますが、SD カードの抜き差しによってカメラの位置が動いてしまうと解析の度に UFOAnalyzer のプロファイルを修正する作業が発生してしまいますので ATOM CAM は NAS 転送機能を使って NAS 経由で動画ファイルを受け取っています。ATOM CAM2 は NAS 機能が正常に動作しませんでしたのでスマートフォンを使ってファイル化してから PC にコピーしています。この"録画"機能は、アプリ上で SD カード内の動画を再生し、任意のシーンをスマホ内に録画(ダビング)する機能です。この様にして ATOM CAM には触らないようにしています。

ATOM CAM のファームウエアはユーザー自身でアップデートする事が出来ます。ファームウエアのバージョンによって NAS が使えたり使えなかったりするようです。他の機能もバージョンによって様子が違う事があるようです。

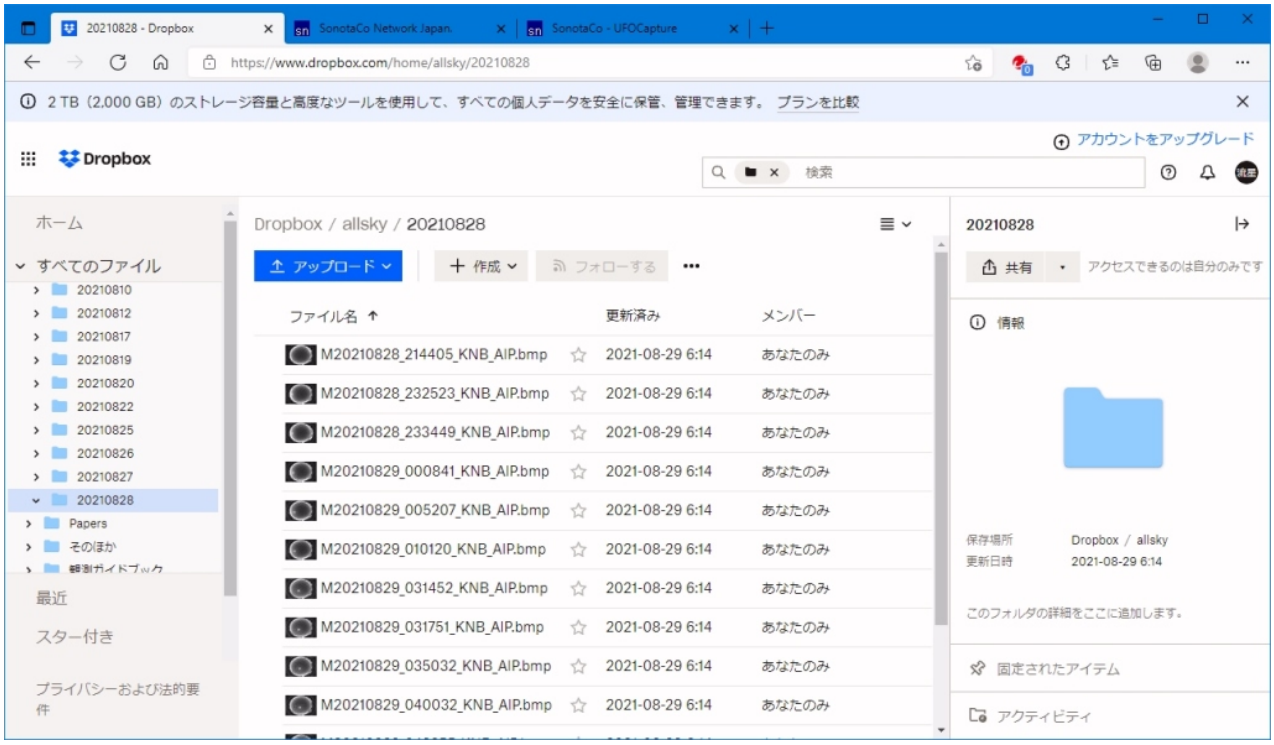
電力は USB 端子の付いた AC アダプターからの供給も可能ですが、USB モバイルバッテリーを使っています。AC アダプターの場合は室内から室外に USB ケーブルを敷設する必要があり、おそらく USB モバイルバッテリーを使用するのが簡単で標準的な使い方と思われます。

ATOM CAM は防犯カメラですので動体検出して録画する事が出来ます。しかし、流星の様な小面積の動体が考慮されておらず、人や動物のような画面に対してある程度の面積のある動体に反応します。火球の様な明るい流星の場合は ATOM CAM も反応します。おそらく、この面積が反応する最小面積と思われます。

流星の様な小面積の動体を検知するには工夫が必要です。録画された動画を全て見る方法は現実的ではありませんので、当初、流星分科会で試した方法に 1 分毎に録画される動画をつなげて一つの（一晩の）動画にして動画ファイルを仮想 cam として出力するソフトを使って動体監視ソフトに入れる方法を試しました。これにより明るい流星も暗い流星も検知出来ました。監視ソフトは流星が撮影出来

た動画だけ切り出して出力します（前後数秒も含めて切り出します)。

この方法でも良いのですが 8 時間撮影した場合は同じく 8 時間の再生が必要になります。そこで、現在は学芸員の先生の自宅に WATEC の全天カメラを設置して UFOCaptureV2 で撮影して、その結果を DropBox に置いて、イベントの有った時刻の動画を確認するようにしています。



更に流星分科会では 10 名程度の会員が TV 観測を行っていて、その観測報告をメーリングリストに投稿しています。この観測結果も用いて動画の確認をしています。

動画から流星の部分を切り出したり、1 分毎の mpeg 動画をつなぎ合わせたり、mpeg4 を UFOAnalyzerV2 が扱える AVI に変換する作業にはフリーソフトの PIPP を使っています。PIPP は惑星観測に使われている画像処理ソフトです。ここから https://sites.google.com/site/astropipp/ 入手できます。日本語のマニュアルも作られていて http://docs.sakuraweb.com/PIPPmanual_JP-web/manual で閲覧できます。

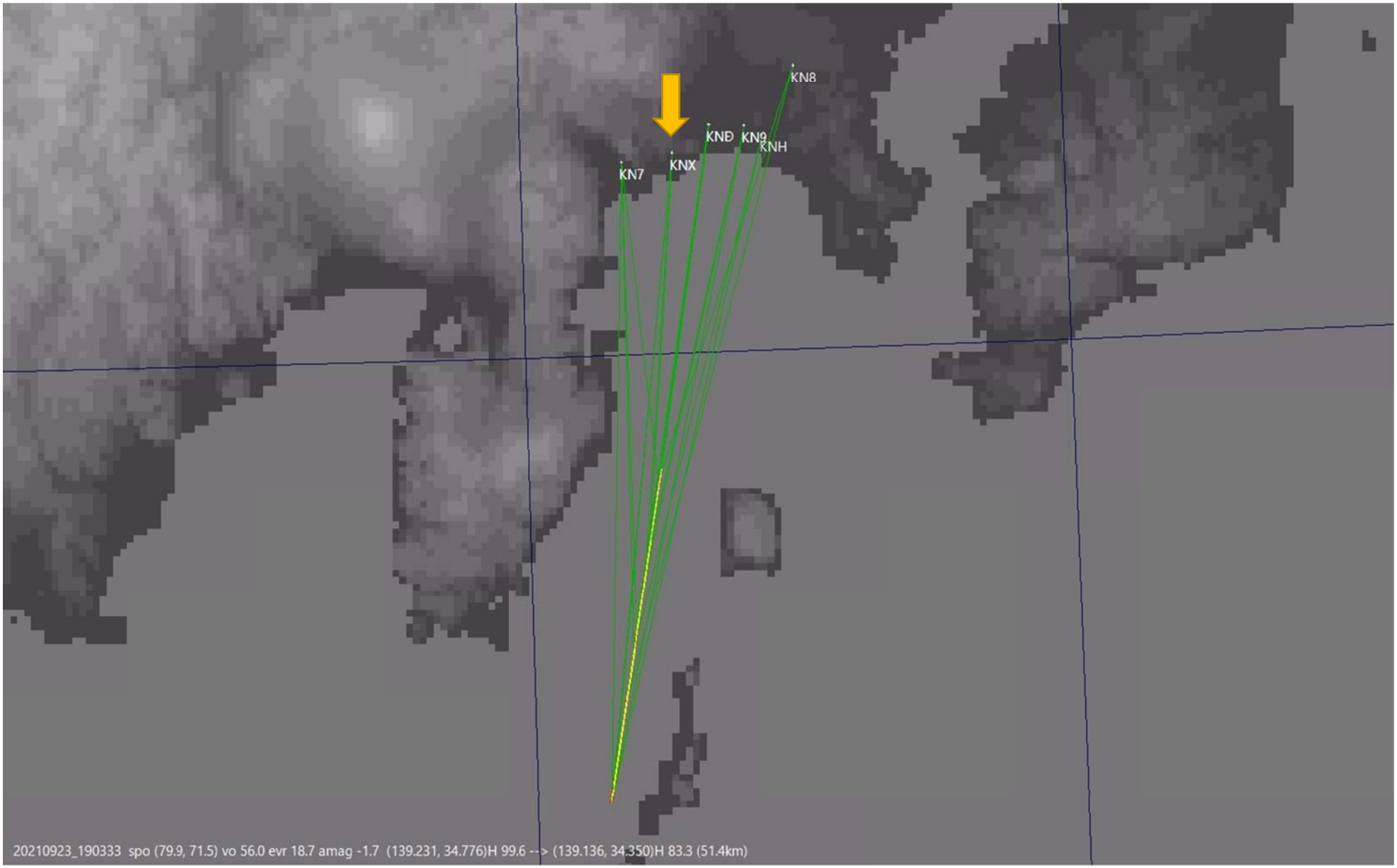
PIPP を「JOIN モード」の設定で使うことで複数の mpeg4 のファイルを 1 つの動画として扱うことが出来ます。読み込んでからフレーム数を指定して流星の写っているフレームをカット編集し AVI で保存します。UFOAnalyzerV2 で解析するにあたって動画の 1 秒後位に流星が現れるように編集します。

ATOM CAM には時刻がズレて記録される問題があります。監視カメラとしては問題とはならないのかも知れませんが流星観測では時刻が正確である必要があります。最大で数秒ズレる事もあります。UFOAnalyzerV2 は AVI ファイルのファイル名を観測時刻としています。そこで、AVI ファイルを保存する際に流星が光り始めた時刻をファイル名にしています。

AVI ファイルが出来ましたら UFOAnalyzerV2 で流星の飛跡を解析します。

上の図は 2021/09/23 19:03:33 の流星を解析している様子です。上は ATOM CAM1 です。下は ATOM CAM2 です。ATOM CAM は ATOM CAM と ATOM CAM2 で熱雑音の出方が違っていました。ATOM CAM の方が雑音は少ないです。ただ、8 月は熱雑音が多かったですが、9 月も下旬になるとだいぶ目立たなくなっています。このノイズについては個体差があるようで分科会の他の方の ATOM CAM では ATOM CAM2 の方がノイズが少ないという報告もあります。

この 9 月 23 日 19 時 3 分の流星は流星分科会の TV 観測でも観測されていて UFOOrbitV2 で軌道を求める事ができました。軌道決定は UFOOrbitV2 の Q2 の品質で行いました。


KN8
KNĐ
KN9
KNH
KNX
KN7
20210923_190333 spo (79.9, 71.5) vo 56.0 evr 18.7 amag -1.7 (139.231, 34.776)H 99.6 --> (139.136, 34.350)H 83.3 (51.4km)

このグランドマップで黄色矢印が ATOM CAM 1/2 の観測地です。黄色の線が流星です。緑の線は各観測地からの流星の始点と終点の線です。このように流星は 6 カ所の観測で対地軌道が求まっています。ATOM CAM の観測は他の TV 観測とよく一致しています。測定にズレがあると流星の飛跡を表している黄色の線が多重になりますが、この図では黄色線が一本です。 他にも多数の解析が出来ていますが、ここではこの１つを紹介致します。

このように ATOM CAM で流星の TV 観測と同様な観測・解析が出来ることがわかりました。また、軌道計算に必要な観測精度も得られることもわかりました。ＴＶ観測では WATEC のカメラ数万円を買ってハウジング・電源・観測用の PC を用意しますので高価なものになります。それに対してかなり安価で観測出来て解析も所望の精度で出来ることが分かりました。

Visual等級で測光したい 私たちは流星の等級を測っていないの！？（永井和男）
アマチュアの光学観測は眼視とTV観測が主流かと思います。
流星の等級はアストラルシリーズ3「流星II -解析と理論-」を見てもV等級で測定されますが
現在のTV観測は機器のレスポンスが不明なままV等級の恒星カタログを使って
ポグソンの公式にフィットする係数を求めて等級を取得しています。
機器の総合レスポンスが不明ですので求まった等級は他の観測と比較する事が難しいです。
そこで、V等級に変換する事が出来ないか観測と検討を行いました。
現状ではV-bandフィルターを付ける事が望ましい結論ですが
スペクトルサンプルを増やしてMa/Na比を使った評価によって変換が出来るかも知れません。
中間報告となりますが、年内は観測を継続して変換が可能か調査を続けます。

Visual等級で測光したい

私たちは流星の等級を測っていないの！？

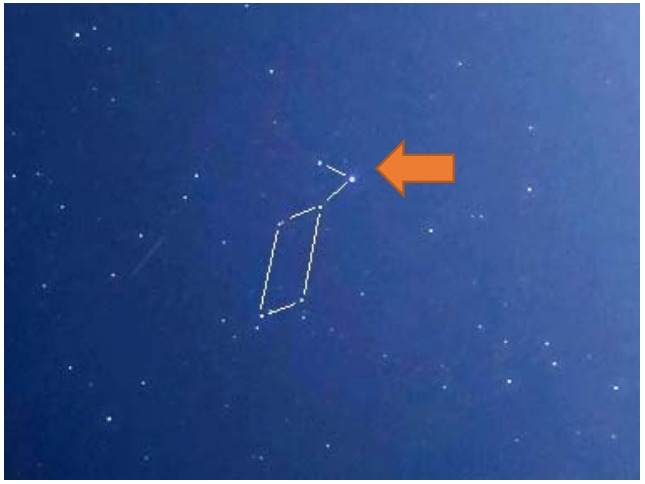
NMS-MLの雑談会　2022年6月18日 20:00 on zoom

メテオロイズ・ワークショップ2022　2022年12月3日　平塚市博物館

平塚市博物館 天体観察会 流星分科会 永井和男

私たちが使っている等級(≠光度)

- ベガを基準としたベガ等級



- どのバンドでもベガを0等とした

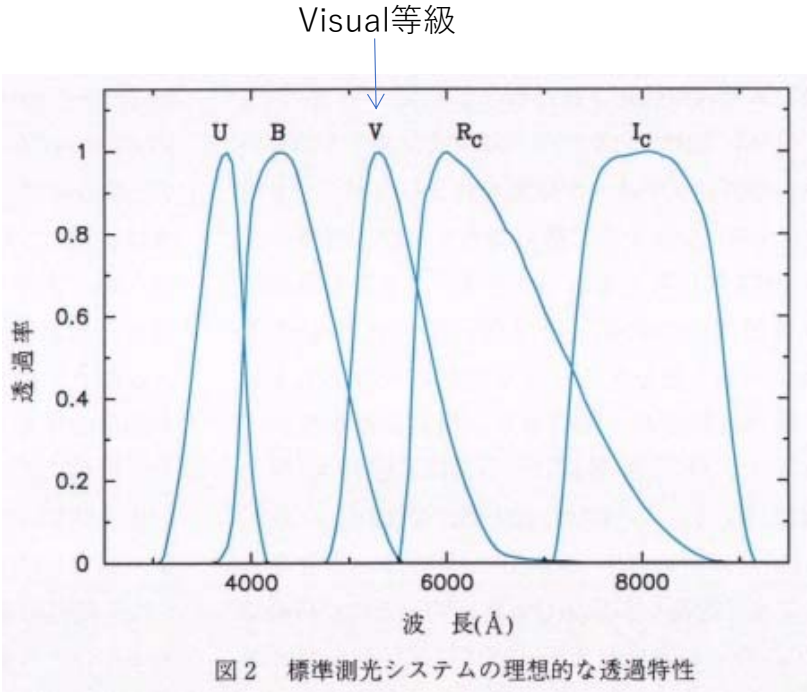


図2　標準測光システムの理想的な透過特性

研究にはV等級を使っている

- 流星電波観測ガイドブック

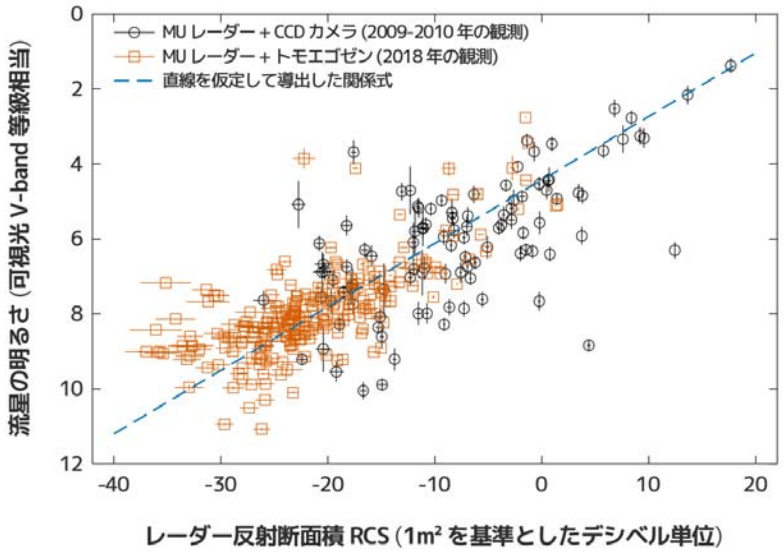
線電子密度と流星の光度は，以下のような関係があるとされています．

$$M_r = 36 - 2.5\log_{10}\left(\frac{q}{v}\right) \qquad (3.1)$$

M_rは流星光度，qは線電子密度(m^{-1})，vは流星の突入速度(km/s)です．一方，アンダーデンス

  - 流星の明るさ（アストラルシリーズ3 流星II –解析と理論-）
  - V等級を元に写真を測定する写真実視等級（pg等級)≒V等級

- Tomo-e Gozen
  - 可視光V-band等級相当
    - 観測機器のレスポンスが分かっていて
    - 流星の温度(色)を仮定してV等級に変換している



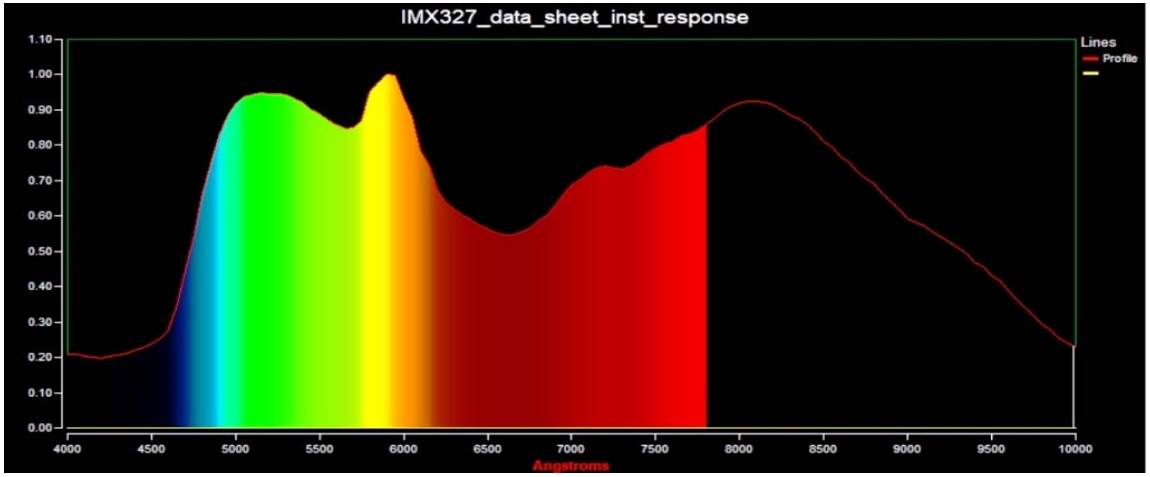
流星画像の事例

- IMX327で撮影されたミラは7.1等だが2等星のベラトリクスより明るく写っている

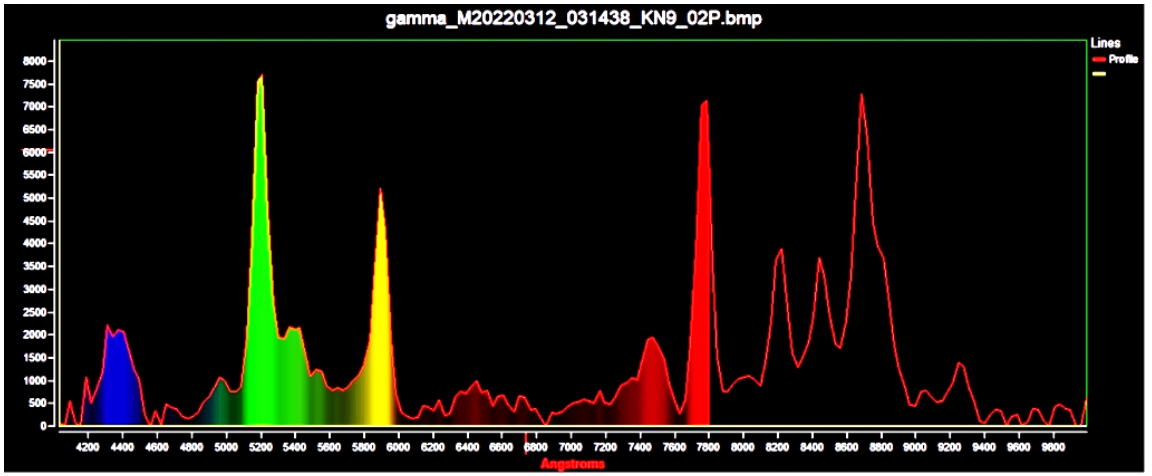
- これでは同じ等級の流星でも、赤い流星と青い流星では求まる等級が違ってしまう

IMX327 response

- 流星分科会で多用されている
- 流星号３のレスポンスカーブ
- 可視光の外(特に赤外)にも感度がある



- IMX327をNTSCで録画しているので
  γ補正が掛かっている
  - これも測光にはよろしくない
  - ATOMCAMもγ補正されています



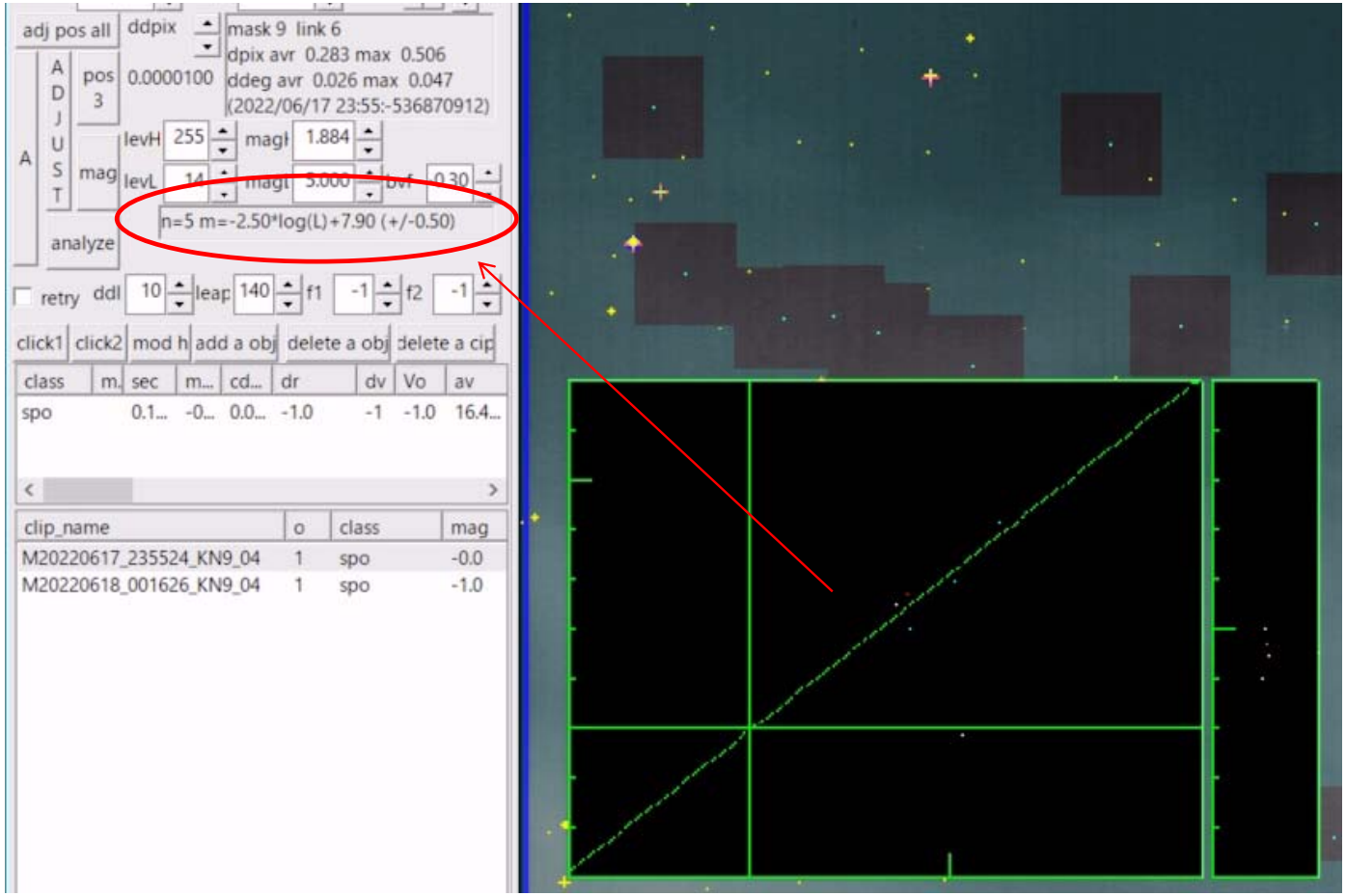
IMX327 f=8mm 300gpm

この波長域にも感度がある

この波長域にも感度がある

UA2の測定

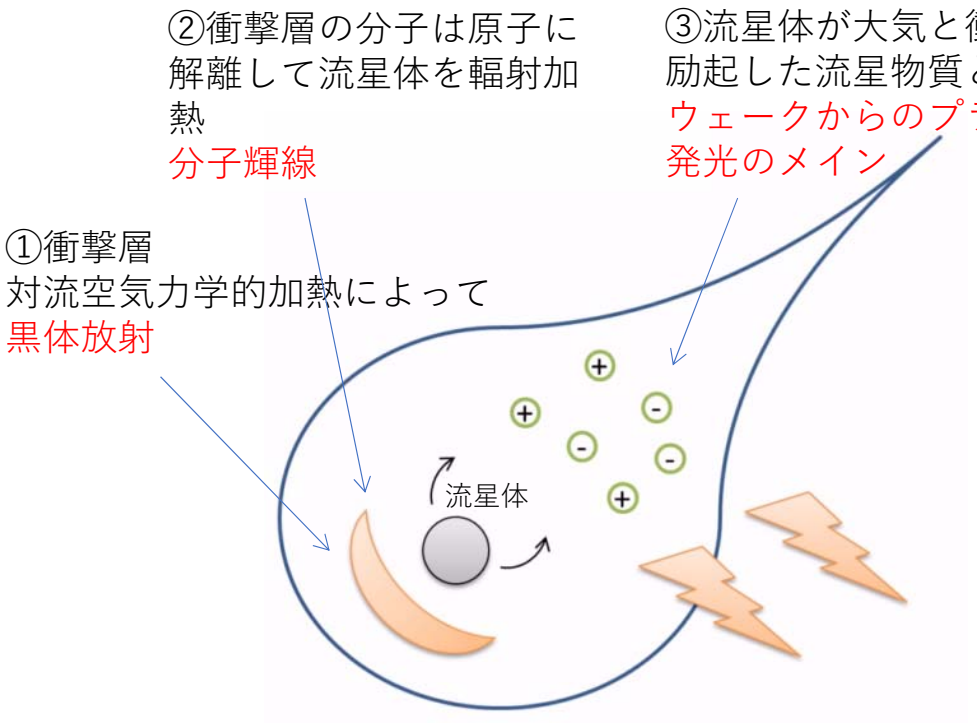
- 星のV等級と測光カウント値からフィッティングする一次変換式を作って流星の等級を求めます
- 測光バンドが不明な等級が求まります
- 他の観測と比較できない

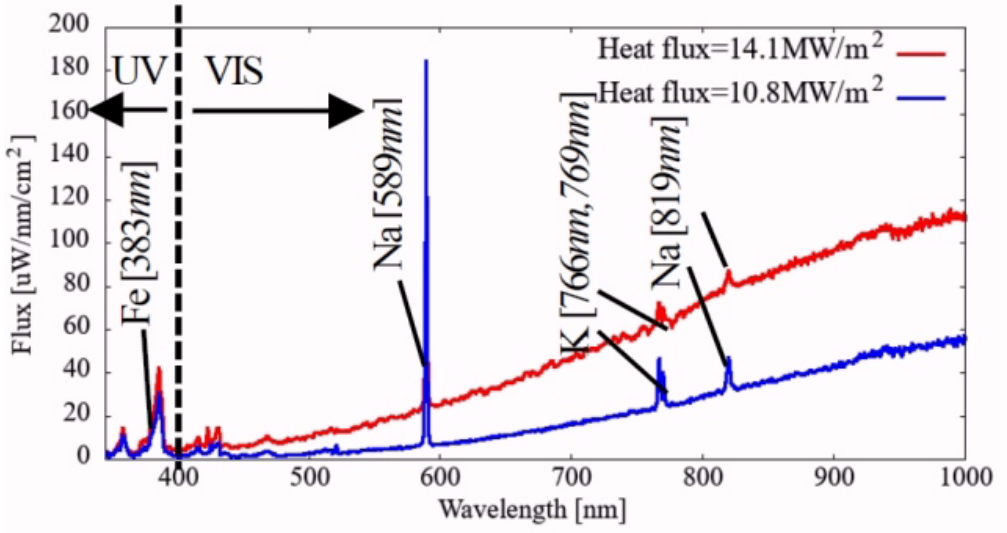


[等級計算]
光量 L と 等級 M との関係を M = Km*log10(L) + M1 として、Profile シートの levH において magH、levL において magL となる 直線の係数 Km と M1 を求め、観測された L について Km*log10(L) + M1 により等級を決定する。

何にかに注目してV等級に変換したい

- 黒体放射より輝線が卓越している



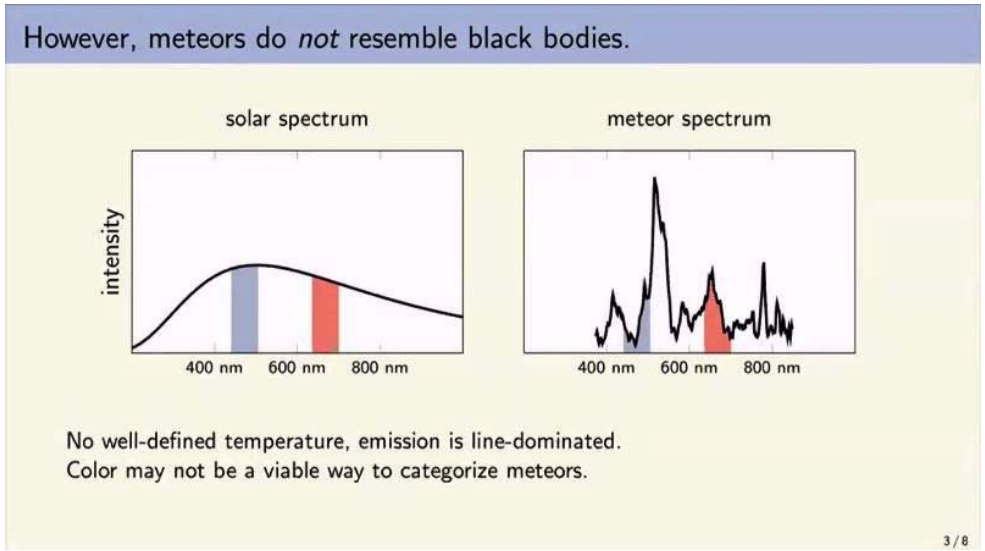


Observational and Experimental Study of Meteor Ablation
Takumi Ogawa et. al., 2018, Abe Laboratory

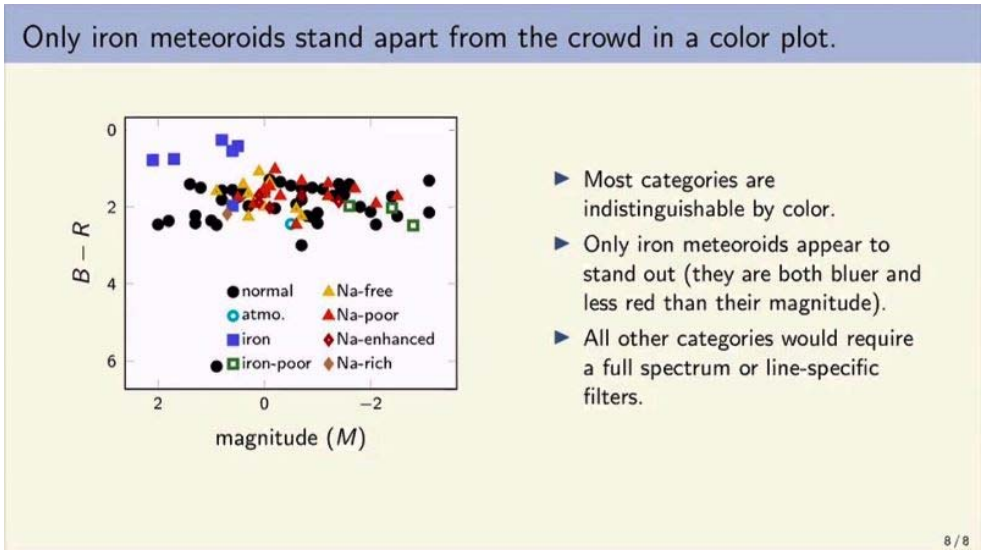
基線強度を測ってV等級に変換したい

- 可視光帯域の MgI, NaI, OI の基線強度を使ってV等級に変換出来ないか？

Althea Moorhead et. al., IMC 19/Sep/2020



輝線が支配的なので色指数で温度は推定できない



等級と色(B-R)の関係は見いだせない
単色測光が必要

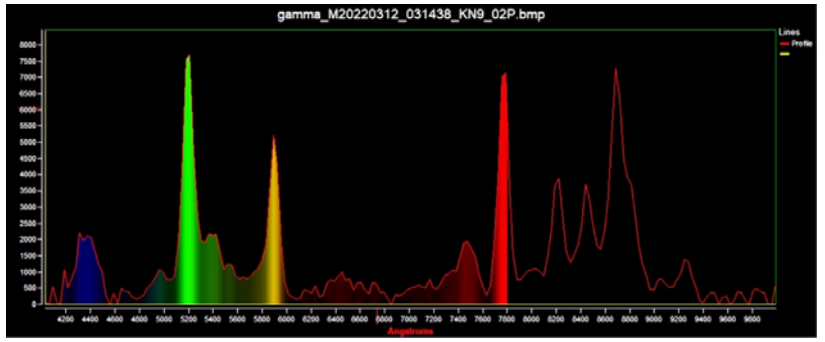
と言って終わっていますが良いのだろうか？

では、どうしましょう

6月18日のNMS雑談会で
の発表はこのページまで

- 単色測光、測光用Vフィルターを付けてTV観測
  - 標準システムに変換するにはVフィルターとBフィルターのように2色が必要
  - この観測は単色なので「ナチュラルシステム」となる
  - 干渉フィルターは入射角で特性が変わるのでガラスフィルターを使う（等価率は半分程度≒１等級）
- 同時にフィルターの無いカメラと分光カメラでも観測
  - MgI, NaI, OI の基線強度を使ってNoフィルターの等級をV等級に変換出来ないか調べる
  - 3つの基線強度をparameterとした関数からノーフィルタの等級を補正してV等級を求めたい

No	date time	UnFiltered	V mag	stream
1	2022/3/07 03:13:58	0.0	-0.6	spo
2	2022/3/09 03:24:20	-0.5	-0.7	spo
3	2022/3/09 05:11:23	-0.2	-0.9	spo
4	2022/3/09 05:12:08	0.7	-0.3	spo
5	2022/3/09 22:16:07	0.0	-0.9	spo
6	2022/3/12 03:14:38	-1.0	-1.8	spo
7	2022/4/13 02:11:49	-0.3	-1.0	J5_Lyr
8	2022/4/30 01:23:28	-1.6	-2.5	spo
9	2022/5/02 02:44:41	-1.1	-1.8	J5_etA
10	2022/6/01 00:15:09	0.1	-0.8	spo



使用機器

- フィルター無しカメラ：　WATEC902H2U f=6mm
- Vフィルターカメラ　：　WATEC902H2U f=6mm V-band filter
- 分光カメラ： CMOS IMX327 f=8mm Edmund 300gpmブレーズド回折格子

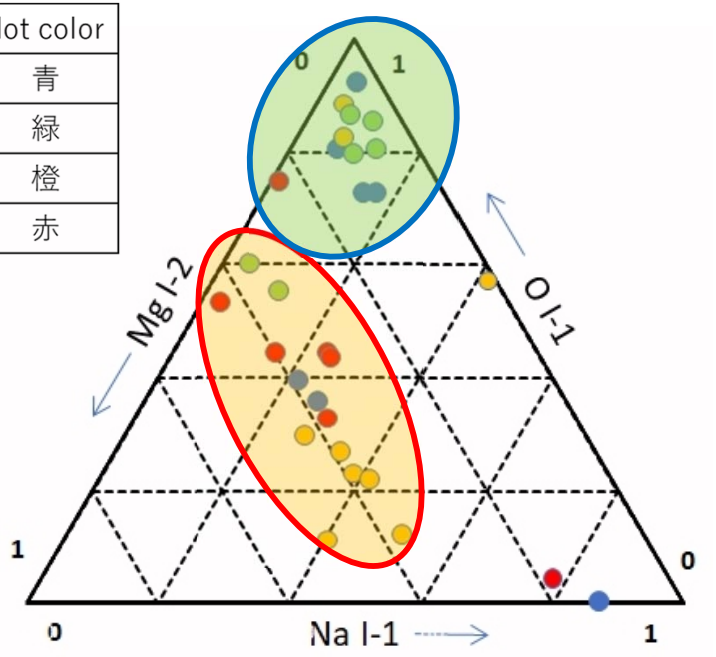
観測結果

- 観測期間：2022/2/27から2022/11/13まで9カ月
- UnFiltered とVbandの同時流星は180個
- 同時流星のスペクトルは69個
- スペクトル解析を行ったものは29個（Linkが10以下は除いた）

No	date time	UnFiltered	V mag	Un-V	MgI-2	NaI-1	OI-1	stream	雲	UA2 Link	V Link	Remarks
1	20220227_215258	-1.2	-1.2	0.0	0.13	0.87	0.00	spo	快晴	31	50	Oxygen無し
	20220228_030548	-1.5	-1.6	0.1				J5_eVi	快晴	31	58	画面端・解析不可
2	20220307_031358	0.0	-0.6	0.6	0.10	0.06	0.84	spo	快晴	31	24	Na,Mg微弱
3	20220309_032420	-0.5	-0.7	0.2	0.12	0.06	0.82	spo	快晴	21	13	Na,Mg微弱
4	20220309_051123	-0.2	-0.9	0.7	0.24	0.00	0.76	spo	快晴	16	19	Na poor
	20220309_051208	0.7	-0.3	1.0				spo	快晴	16	22	飛跡斜め・解析不可
	20220309_221605	0.0	-0.9	0.9				spo	快晴	15	13	画面端・解析不可
5	20220312_031438	-1.0	-1.8	0.8	0.38	0.29	0.33	spo	快晴	21	16	Normal
	20220413_021149	-0.3	-1.0	0.7				J5_Lyr	快晴	17	15	画面端・解析不可
6	20220430_012328	-1.6	-2.5	0.9	0.39	0.15	0.45	spo	快晴	41	25	不思議なスペクトル
	20220502_024441	-1.1	-1.8	0.7				J5_etA	曇り	16	13	飛跡斜め・解析不可
	20220601_001512	0.1	-0.8	0.9				spo	快晴	26	21	画面端・解析不可
	20220626_204416	0.1	-0.5	0.6				spo	快晴	22	16	画面端・解析不可
	20220627_010012	0.1	0.0	0.1				sm_025	快晴	29	29	画面端・解析不可
7	20220629_213944	-0.1	-0.7	0.6	0.38	0.51	0.12	spo	薄曇り	16	16	画面端
	20220630_032740	0.9	-1.1	2.0	0.05	0.91	0.03	spo	薄曇り	9	10	Na rich
	20220725_025811	-2.2	-2.9	0.7				sm_025	快晴	12	8	画面端・解析不可
	20220727_000222	-0.2	1.1	-1.3				spo	快晴	24	23	Na rich・解析不可
	20220728_014537	-0.3	-0.9	0.6				sm_025	快晴	29	19	画面端・解析不可
8	20220730_235738	-0.6	-1.0	0.4	0.06	0.12	0.82	J5_sdA	快晴	25	16	Na poor
	20220731_040109	0.7	-1.3	2.0				J5_sdA	薄曇り	7	9	飛跡斜め・解析不可
	20220801_012529	-1.9	-0.6	-1.3				J5_Eri	薄曇り	1	5	等級不正
	20220801_221017	-1.0	-1.3	0.3	0.31	0.01	0.67	J5_sdA	薄曇り	6	5	Mg poor?
9	20220809_025503	-1.0	-1.4	0.4	0.07	0.05	0.88	J5_Per	快晴	20	7	O強い
10	20220810_035905	-0.5	-1.1	0.6	0.07	0.03	0.90	J5_Per	快晴	17	13	O強い
	20220812_024152	0.7	2.7	-2.0				J5_Per	曇り	1	1	等級不正
	20220812_032156	-0.3	-2.2	1.9				Iw_ZAR	雲有り	8	7	画面端・解析不可
	20220815_025040	1.4	-2.6	4.0				J5_Per	雲有り	6	7	月明り、-1次・解析不可
	20220815_025405	-0.9	-2.1	1.2	0.24	0.25	0.52	J5_Per	雲有り	6	7	月明り・Normal?
	20220815_033904	-2.6	-0.6	-2.0				J5_Per	曇り	1	2	等級不正
	20220816_041940	-0.3	-0.8	0.5				J5_Per	曇り	2	3	等級不正
	20220819_031017	-1.9	-2.8	0.9				J5_Per	曇り	8	6	月明り、-1次・解析不可
	20220824_005447	-5.1	-1.1	-4.0				Iw_AUD	曇り	1	1	等級不正
	20220906_011642	-0.9	-1.6	0.7				spo	曇り	21	10	木星と重なり解析不可
	20220922_015206	-0.9	-1.6	0.7				spo	雲有り			画面端・解析不可
11	20220925_190412	-0.6	-1.6	1.0	0.17	0.78	0.04	spo	快晴	17	19	O弱い
12	20220928_041056	-0.5	-0.6	0.1	0.03	0.03	0.94	Iw_SLY	快晴	45	42	
13	20220928_045237	-0.5	-0.9	0.4	0.11	0.09	0.81	spo	薄曇り	20	29	
14	20220930_220211	-0.8	-1.8	1.0	0.10	0.16	0.74	Iw_SLY	快晴	19	16	Normal
15	20221001_005648	-0.3	-1.1	0.8	0.44	0.02	0.54	spo	快晴	24	20	Na poor
	20221001_034216	-0.5	-0.4	-0.1				Iw_NPI	快晴	42	33	画面端・解析不可
	20221002_023023	-0.7	-0.9	0.2				Iw_KLE	快晴	45	31	画面端・斜め・解析不可
	20221011_181636	-2.9	-1.9	-1.0	0.00	0.00	1.00	spo	曇り	2	2	等級不正
	20221019_233440	0.0	-0.6	0.6				Iw_OCG	快晴	23	15	画面端,O希・解析不可
	20221020_234434	-0.7	-0.9	0.2				Iw_BCN	快晴	24	10	斜め・解析不可
16	20221020_235241	-0.9	-1.3	0.4	0.04	0.09	0.87	Iw_OLY	快晴	16	13	Mg弱い
	20221024_000329	-1.1	-1.4	0.3				Ie_EGE	曇り	9	7	Mg画角外・解析不能
17	20221026_033426	-0.4	-1.4	1.0	0.38	0.26	0.36	J5_And	雲有り	31	28	Normal
18	20221030_233302	0.0	-0.8	0.8	0.32	0.24	0.44	J5_sTa	薄曇り	12	12	Normal, FHD
19	20221030_233649	-0.3	-0.5	0.2	0.38	0.21	0.40	J5_nTa	薄曇り	21	13	Normal, FHD
	20221031_205215	-0.5	-1.0	0.5	0.34	0.18	0.48	spo	晴れ	9	15	Normal, FHD
20	20221102_225556	-0.8	-1.8	1.0	0.32	0.23	0.45	J5_nTa	快晴	22	20	FHDあり
21	20221103_023630	-0.3	-0.8	0.5	0.49	0.40	0.11	J5_noO	快晴	51	35	Na rich FHD
22	20221103_033942	-0.2	-0.7	0.5	0.43	0.27	0.30	J5_And	快晴	35	30	Normal FHD
23	20221103_043702	-1.0	-1.4	0.4	0.36	0.03	0.61	Ie_EGE	快晴	25	16	Na poor FHD
	20221104_010900	-0.7	-1.4	0.7				J5_Hyd	晴れ	40	26	斜め解析不可
	20221106_010804	0.4	0.2	0.2				spo	快晴	27	18	画面端、解析不可
24	20221106_025953	-1.1	-1.3	0.2	0.12	0.14	0.74	Iw_XDR	快晴	34	26	Noramal
25	20221106_035308	-0.5	-0.8	0.3	0.34	0.10	0.56	Iw_PAR	快晴	37	24	Noramal
26	20221107_012504	0.1	-0.5	0.6	0.37	0.41	0.22	J5_nTa	曇り	12	12	Normal, FHD
	20221109_200724	-2.2	-1.9	-0.3	0.20	0.33	0.48	j5_sTa	晴れ	3	5	Na rich, Link小、電波エコーあり
	20221110_201558	0.1	-0.8	0.9	0.37	0.37	0.25	J5_nTa	薄雲	2	3	Normal, FHD
	20221110_232021	0.1	0.9	-0.8	0.53	0.21	0.26	J5_nTa	快晴	5	8	画面端・Normal
27	20221111_013227	-0.3	-0.8	0.5	0.39	0.38	0.23	Iw_NAR	快晴	10	15	Normal, FHD
	20221111_044607	-1.2	-2.0	0.8				Iw_PAR	快晴	10	15	2次・解析不可
28	20221112_020321	-0.4	-0.9	0.5	0.39	0.34	0.27	J5_nTa	晴れ	13	19	Normal
	20221112_204836	-0.9	-1.8	0.9	0.33	0.37	0.29	J5_sTa	快晴	7	8	Normal FHDあり
29	20221113_030535	-1.2	-1.7	0.5	0.01	0.41	0.58	J5_sTa	晴れ	15	22	Mg poor FHDあり

三角ダイアグラムとUn-V値

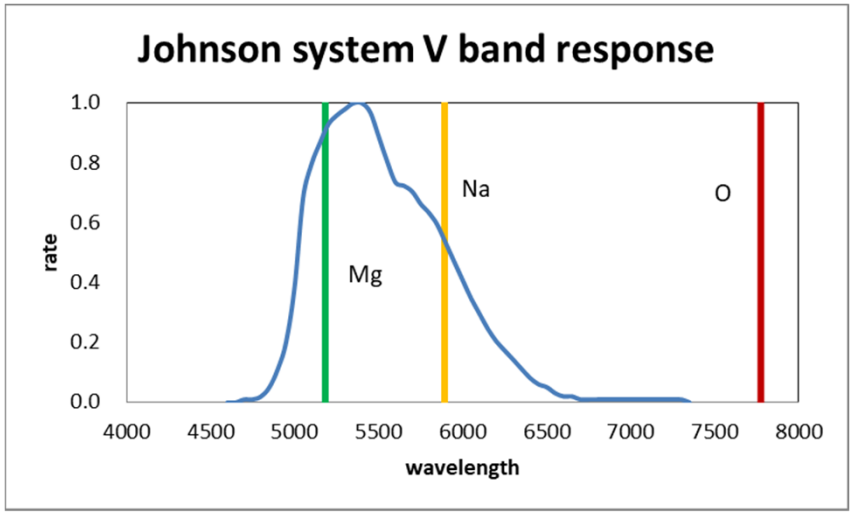
Un-V値	dot color
0.0-0.4	青
0.3-0.4	緑
0.5-0.6	橙
0.7-1.0	赤

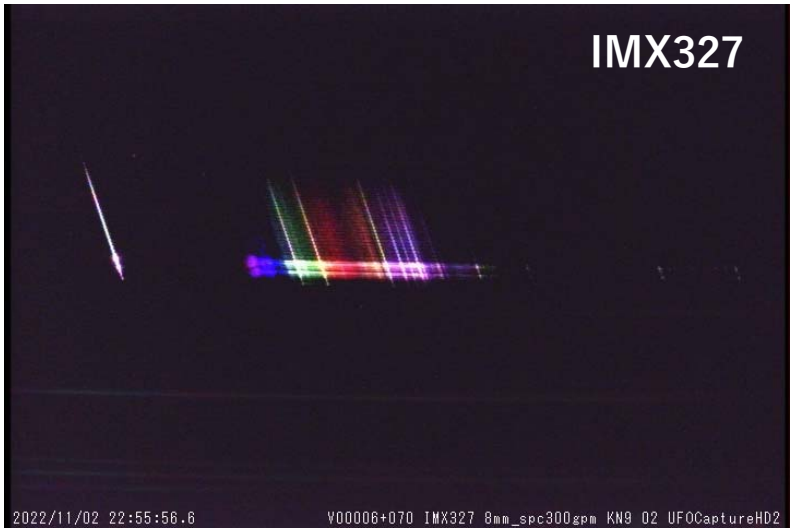


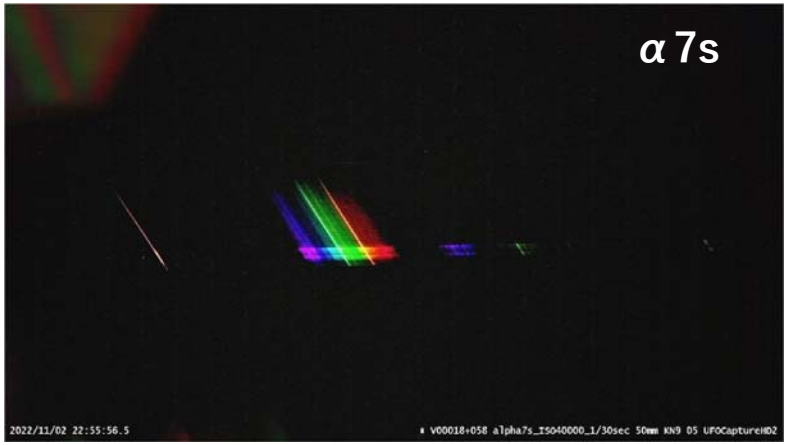
- Mg,Na,Oの輝線強度を三角ダイアグラムにプロットした
- Un-V値はUnFiltered等級とVband等級の差
- Un-V値を各点に記入した、値に応じて点の色を変えた
- Un-V値と三角ダイアグラム上の位置に目立つ特徴が無いようにも見える
- 0.5以上のV等級が明るくなるものは中央の帯状の系列にあり、0.5以下のUn-V値の小さい物は上方に固まっているようにも見える
- 3つの基線強度をparameterとした関数からUn等級をV等級に変換する件は難しそう

$$\mathbf{(Un\text{-}V) = f_x\,(\,Mg,\,Na,\,O\ flux)}$$

そもそも酸素(O)はV等級に無関係？



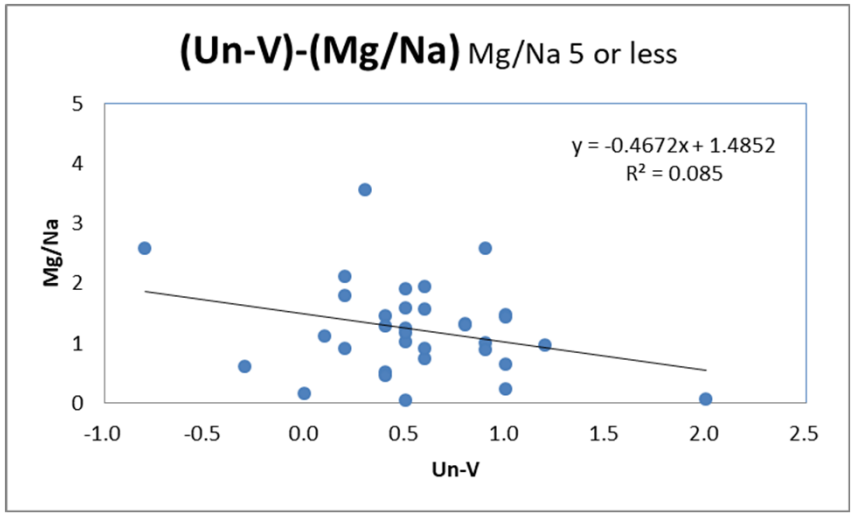


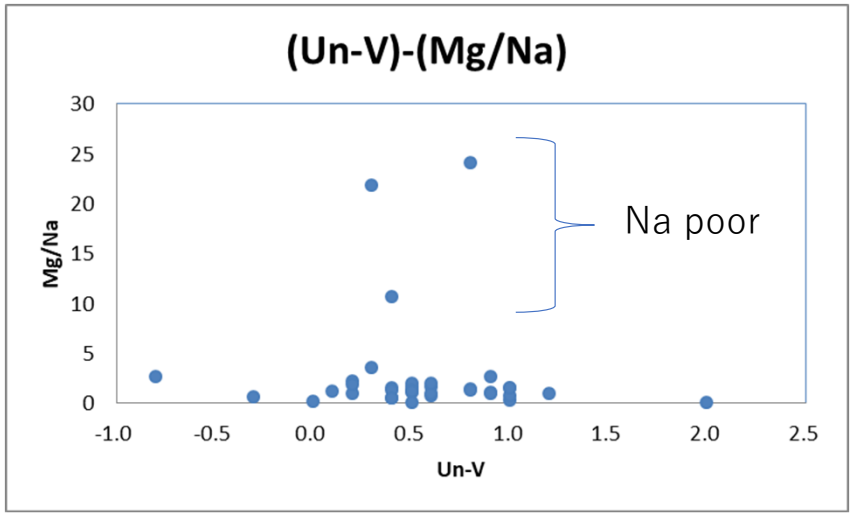


- OはV bandのresponse curveの外にある
- α7sはO(777nm)は写らない
- 肉眼で見えない波長なので写ってはいけない
- Mg と Na の強度だけで評価する事が望ましい

Un-V値 と Mg/Na比

- 決定係数(R^2)が小さく相関が見られない



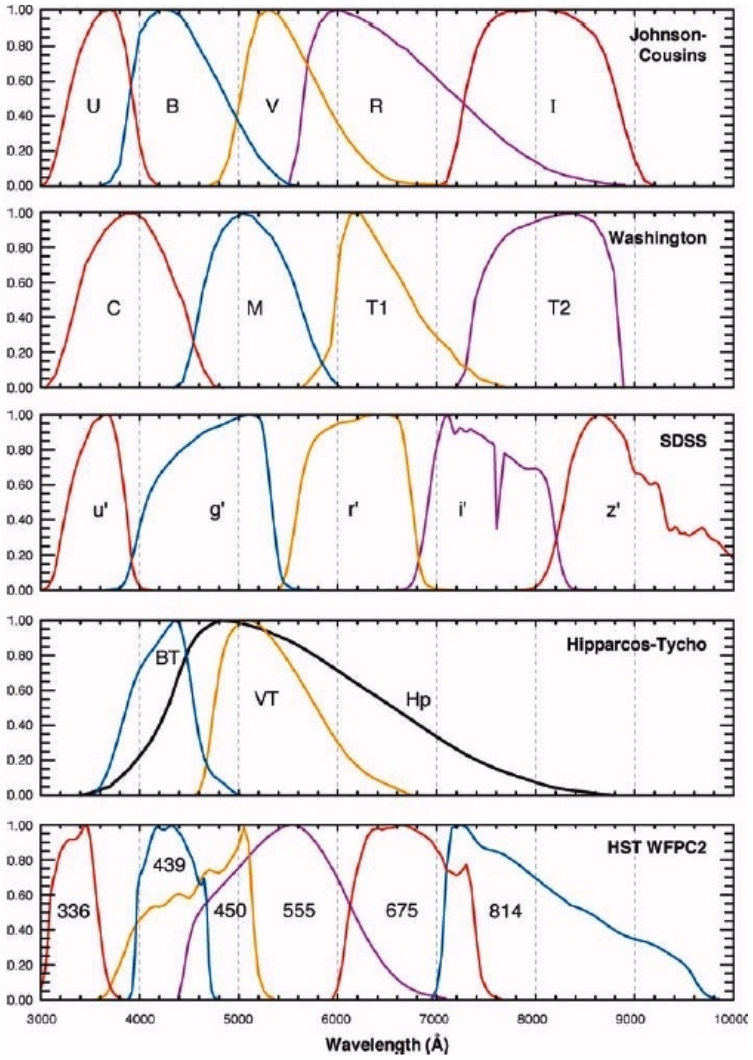


- 母数を増やせば相関があるかも知れない

まとめ

- Mg,Na,Oの輝線ではV等級に変換できないと思われる
- Mg/Na比を扱う場合は母数を増やせば期待できそう

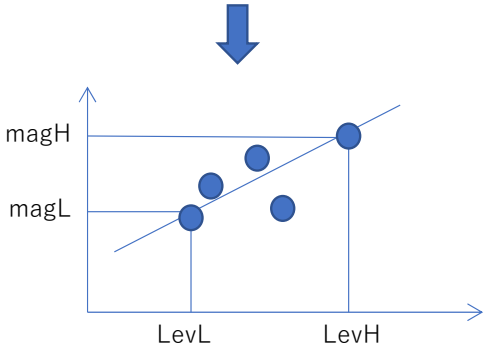
- それにしても、No Filterの等級と分光観測からV等級を求めるよりはV filterを付けてしまった方が手っ取り早い

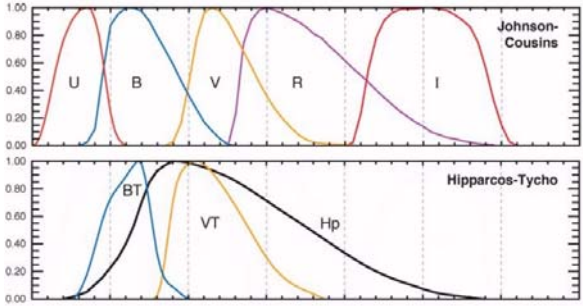


余談：本来は？

機器のレスポンスがV-bandなら比較星はV等級を使う
機器のレスポンスがB-bandなら比較星はB等級を使う
機器のレスポンスに合わせた比較星等級を使う

- 本来はその観測装置のレスポンスに合わせた等級を求めます
  - V-bandと同じレスポンスならV等級になります
  - 固有のレスポンスなら固有の等級になります
- UA2の場合は写っている星の測定値Lとカタログ値magから一次式を作っています（機器のレスポンスは考慮しない）





標準測光システムと
Hipparcos衛星のレスポンス

- 本来は、
- Hipparcos衛星のHpバンドのような固有のレスポンスの場合は比較星の色指数とV等級を使って比較星をHp等級に変換すれば目的星のHp等級が求められる。目的星の色指数が不明ならV等級には変換できない。標準システム等級を知るには２色以上の測光観測が必要です。
- ひとつの例：$V=Hp+\alpha 1(B-V)+\alpha 2(U-B)+\alpha 3(B-V)^2+\alpha 4(B-V)^3+\alpha 5$ (P. Harmanec, 1998) α 1,2,3,4,5は係数

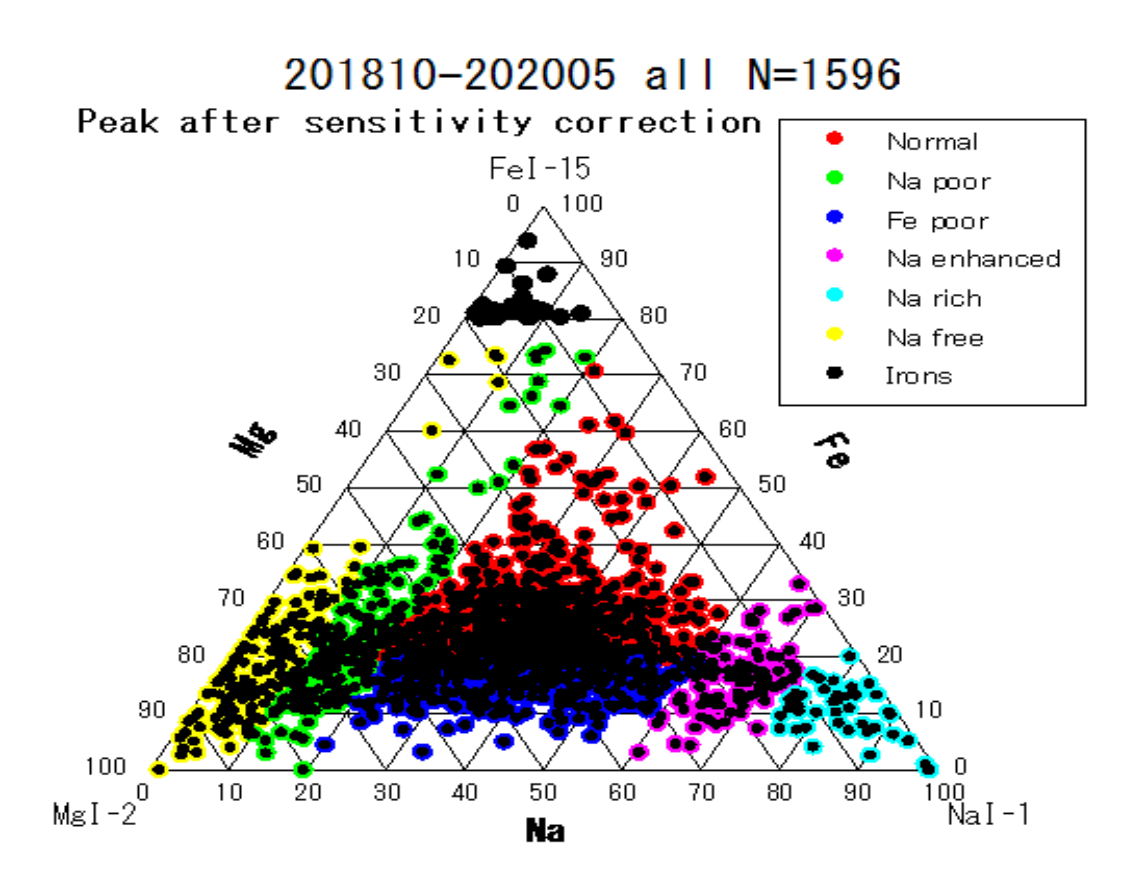
２０１８年１０月から２０２０年８月のスペクトル解析結果と考察(関口孝志)

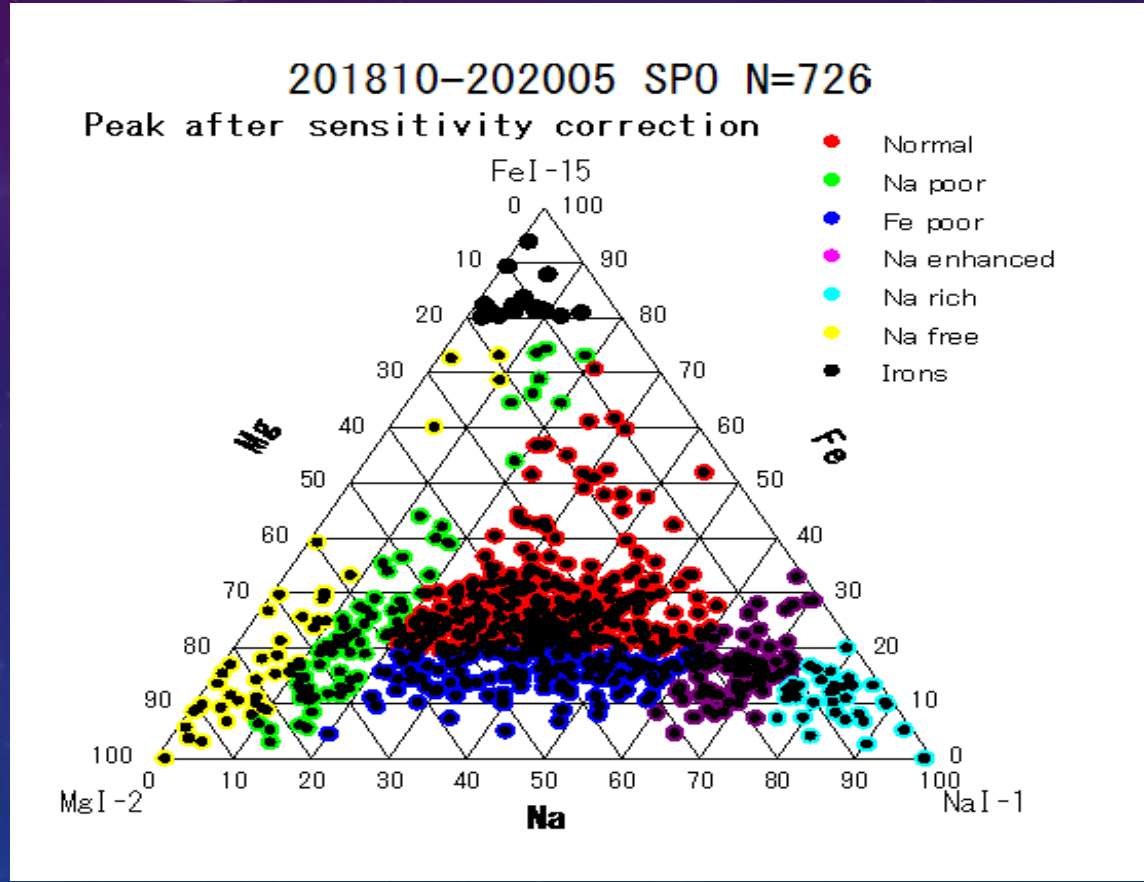
８台のカメラの観測で、ほぼ２年で１６００個近くのスペクトルが得られました。今回のデータは、２０１８年１０月から２０２０年８月までを解析しました。解析結果を元に様々な関係図を作成し考察しました。今回は、散在や主要群のしぶんぎ群とペルセ群とふたご群の三角比を比べました。また、他の主要流星群や小流星群と比較しました。ペルセ群は、殆どノーマルタイプでした。みずがめ南群は、しぶんぎ群と似ていて４つのタイプに分かれていました。さらに、各月ごとに比べてみました。

主要群の群ごとのタイプ別の割合も調べました。群による違いが見られました。鉄流星の観測者ごとの違いや軌道比較から母天体候補を探しました。また、小流星群のいくつかの中からも母天体候補を探し母天体候補をいくつか見つけることができました。ペルセ群とふたご群の２年分の軌道要素等との関係の考察をしました。

流星物理セミナー資料　　20201125　関口孝志

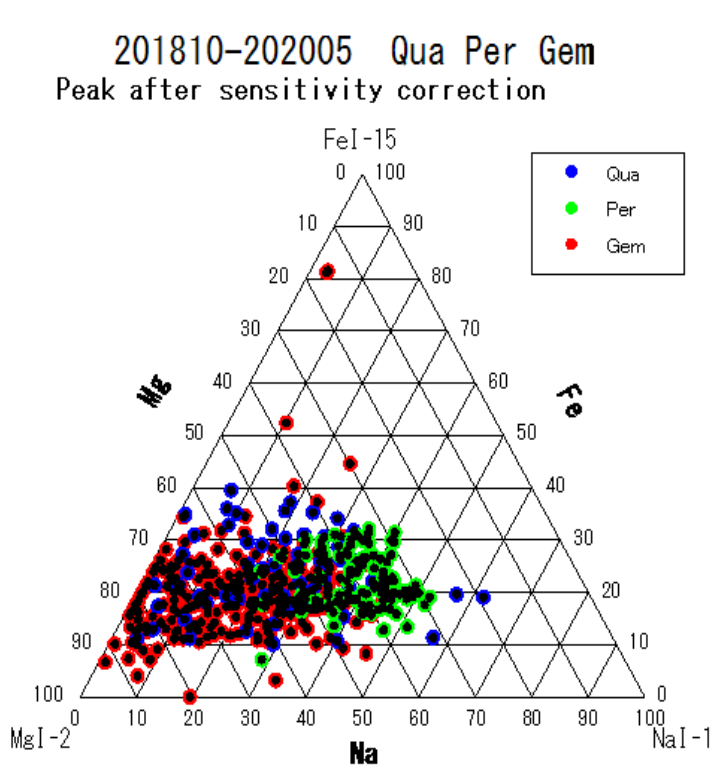
2018年10月から2020年8月のスペクトル解析結果と考察

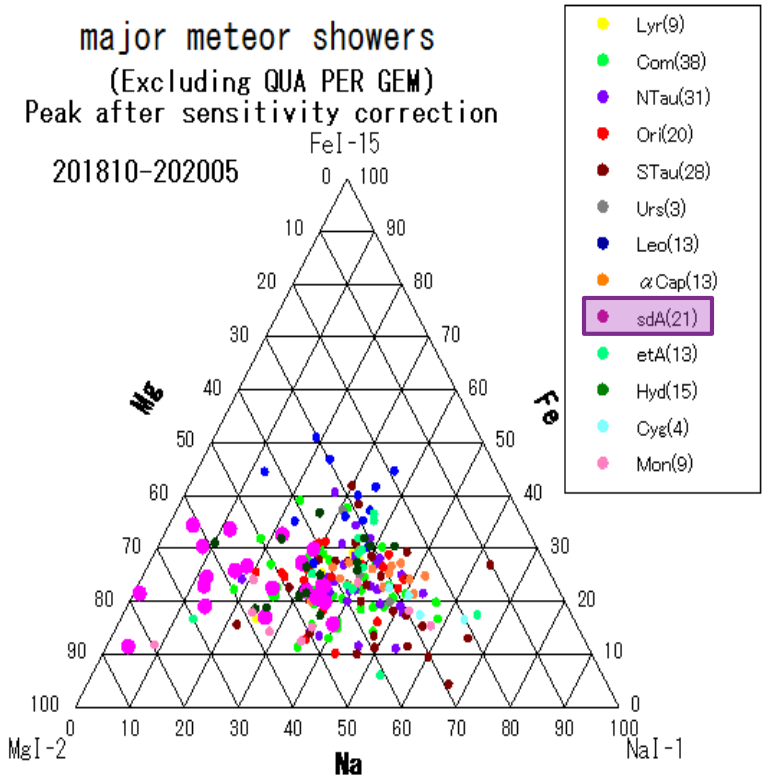


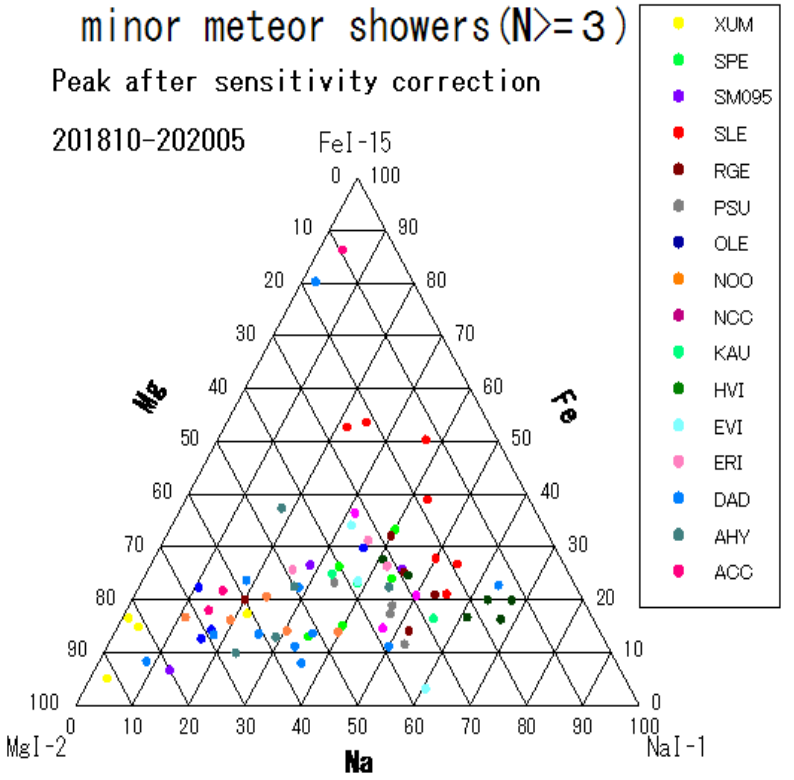


2018年10月から2020年8月までのスペクトル解析結果です。とりあえず、2020年5月までのタイプ別の三角図です。左が全部の流星です。右が散在のみで約半分です。鉄が50%超えるものは、殆どが散在流星です。どちらも、Normalが一番多いです。

流星スペクトルの得られた流星群の流星の三角比

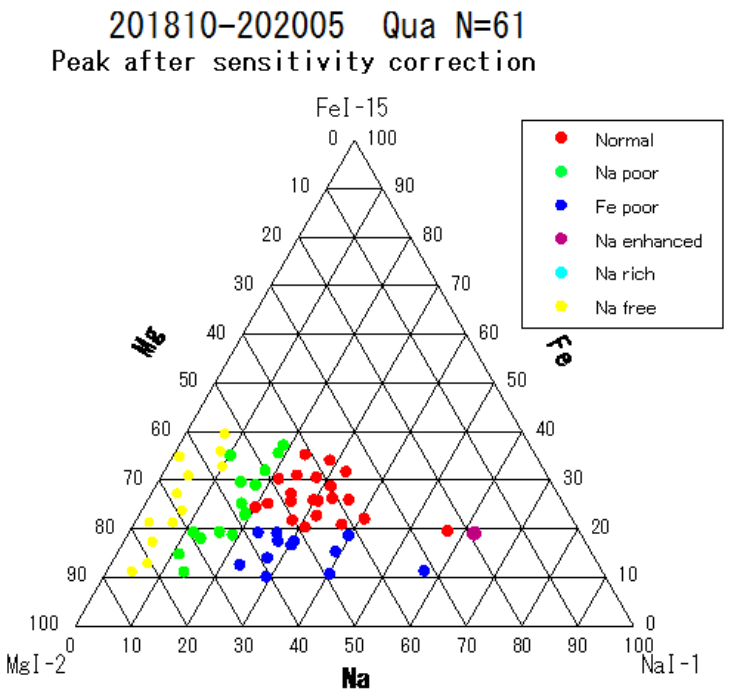


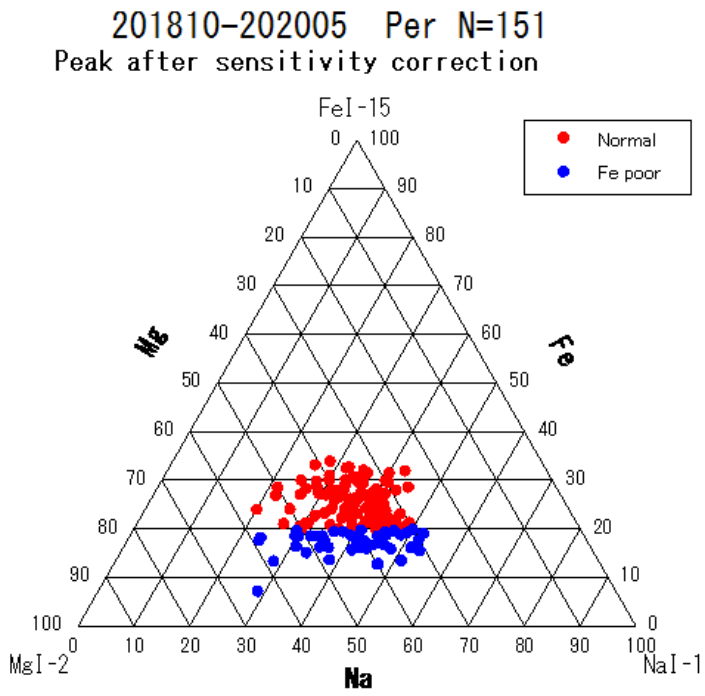


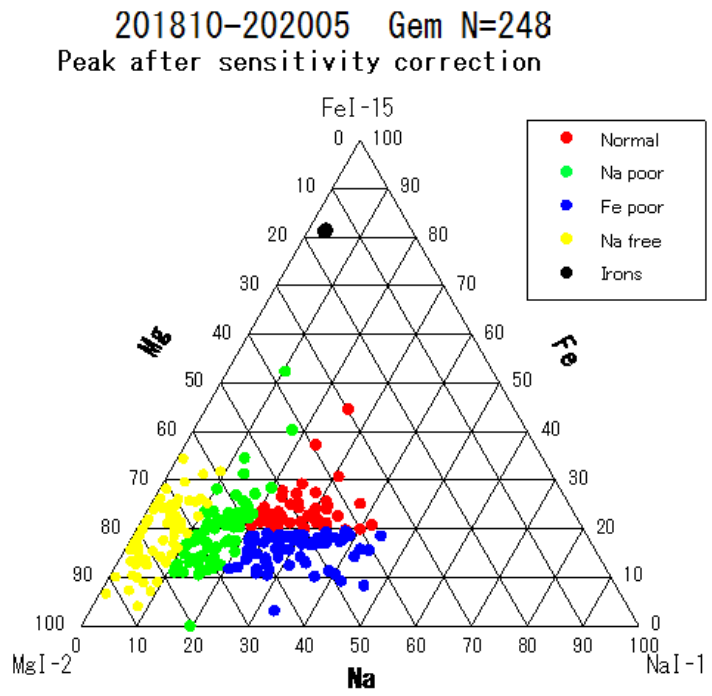


左は、しぶんぎ群とペルセ群とふたご群の3つの群です。Naが50%以下で、Feが10-30%が殆どです。3つの群の分布は、次のスライドにあります。真ん中は、3つの群を除いた主要流星群です。Naが20-60%でFeがFeが10-40%に集中しています。sdA群は、Naが40%以下で、Feが10-40%に集中していて4つのタイプが混在しています。右は、3つ以上の小流星群です。群によってタイプの違いが見られます。鉄流星は、2つの群(ACC群とdaD群)で見られます。

流星スペクトルの得られたQuaとPerとGem群のタイプ別の三角比

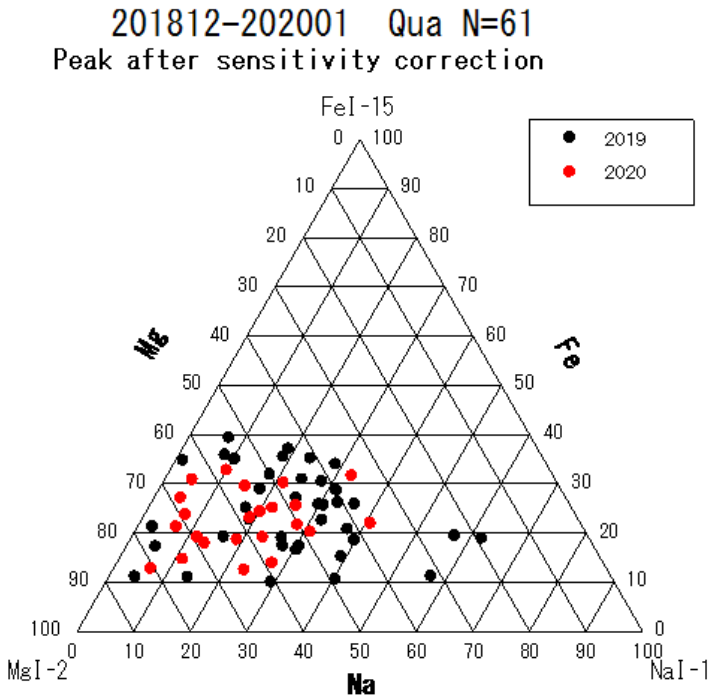


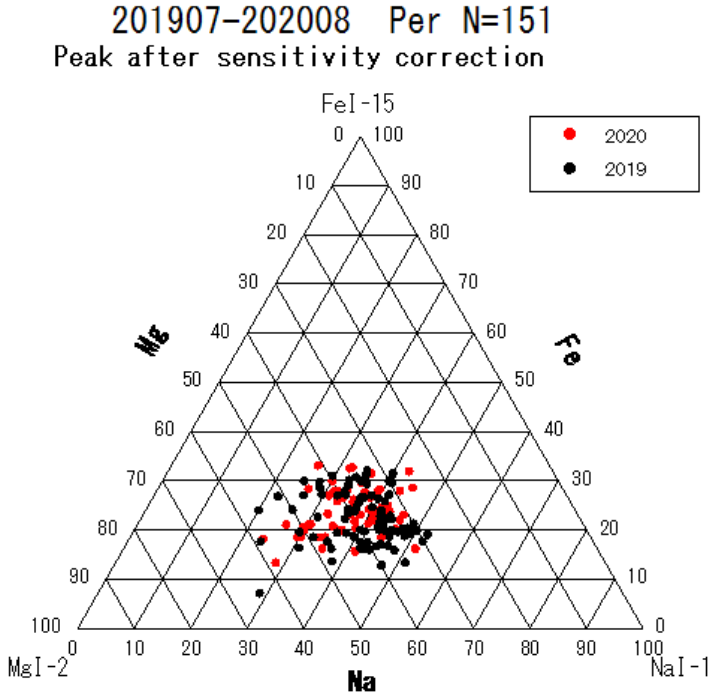


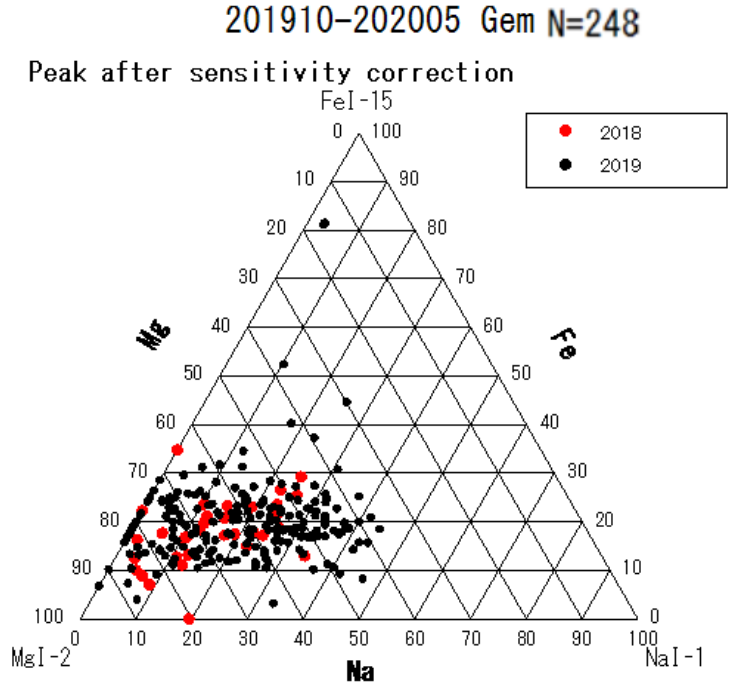


左のしぶんぎ群は、4つのタイプが混在しています。Normalがやや多く他は、大体同じです。ペルセウス群は、2つのタイプでNormalが多く3分の2を占めています。ふたご群は、4つのタイプに分かれNormalが一番少ないが他とそれほどの違いはないです。Na freeとNa poorは、同じぐらいです。鉄流星は、1個だけです。年によって比率は違います。

流星スペクトルの得られたQuaとPerとGem群の年別の三角比

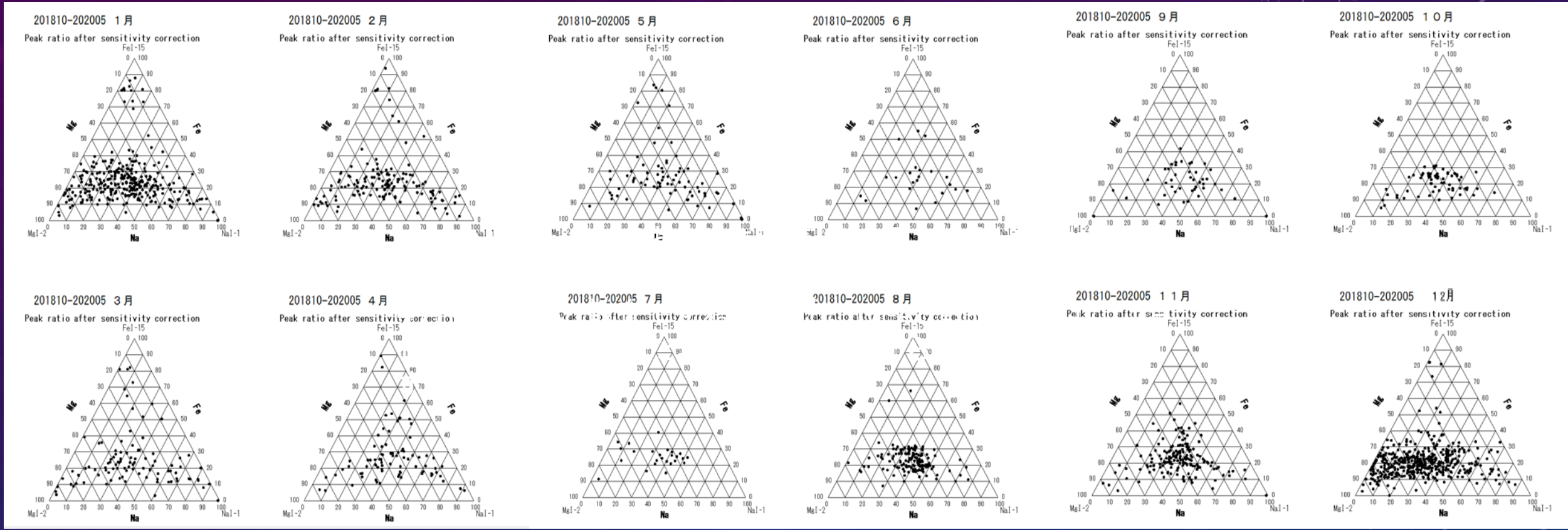






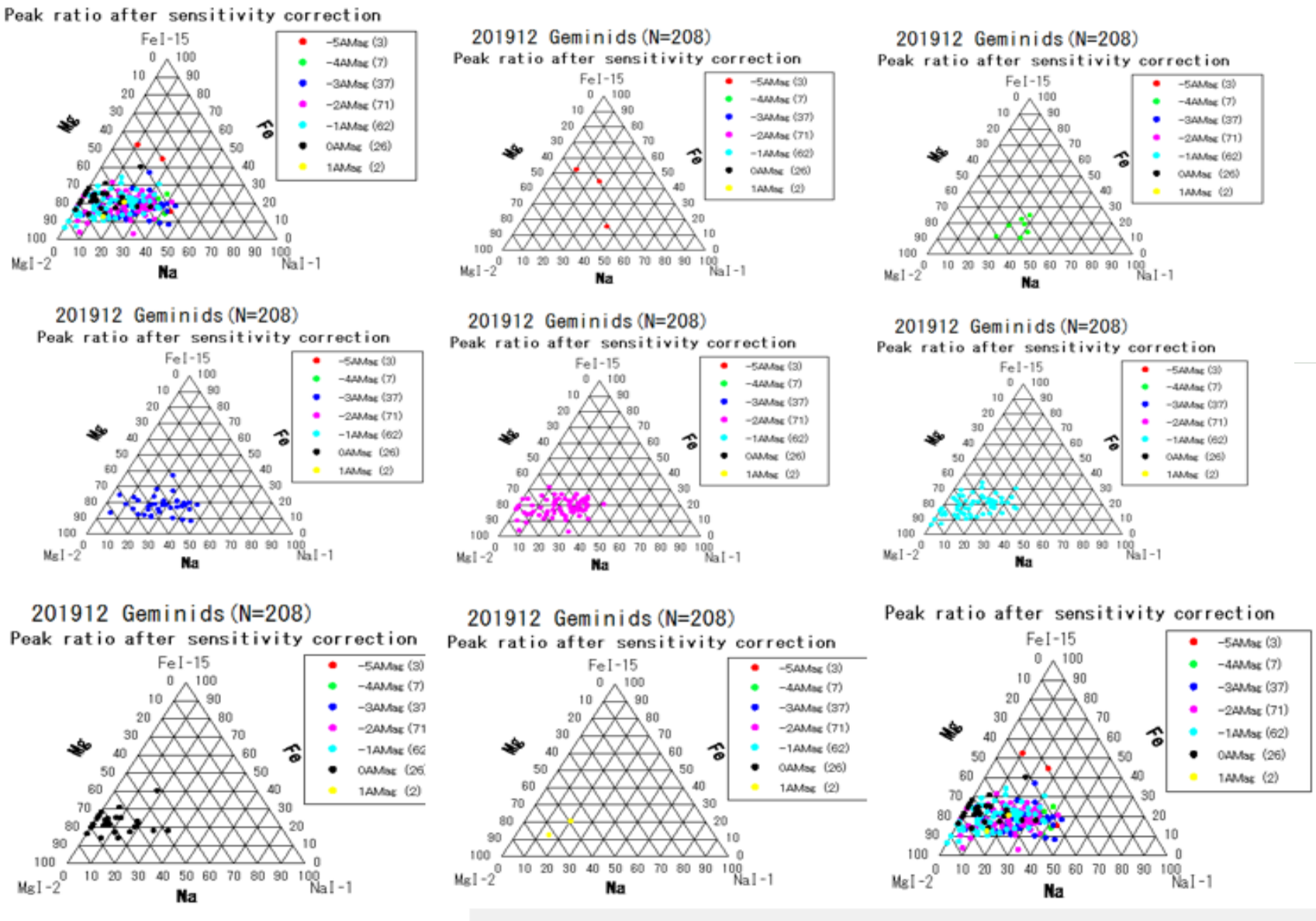
3つの群とも、年によって違いが見られます。3つの群とも2019年の方がばらつきが見られます。ペルセ群は、明るい流星が多くスペクトルがよく出ているためかよく集中しています。しぶんぎ群とふたご群は、4つのタイプが混在しているのでばらつきがみられます。ふたご群だけは、2018年のカメラ1台でスペクトルの数が少なくなっています。

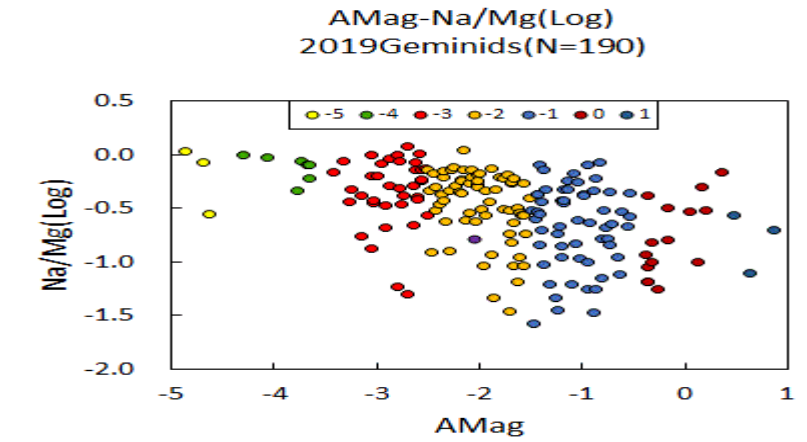
流星スペクトルの得られた流星の月別の三角比



各月によってばらつきがみられます。群の活動でだいぶ変わっています。Na70- Mg15ー Fe15　あたりの密集は、2月と4月と5月と11月と12月に集中が見られます。2月は、散在のみです。4月は、HVI-Aと散在です。5月も、HVI-Aと散在です。11月も12月も、散在です。Ironsは、12月から5月まで見られます。

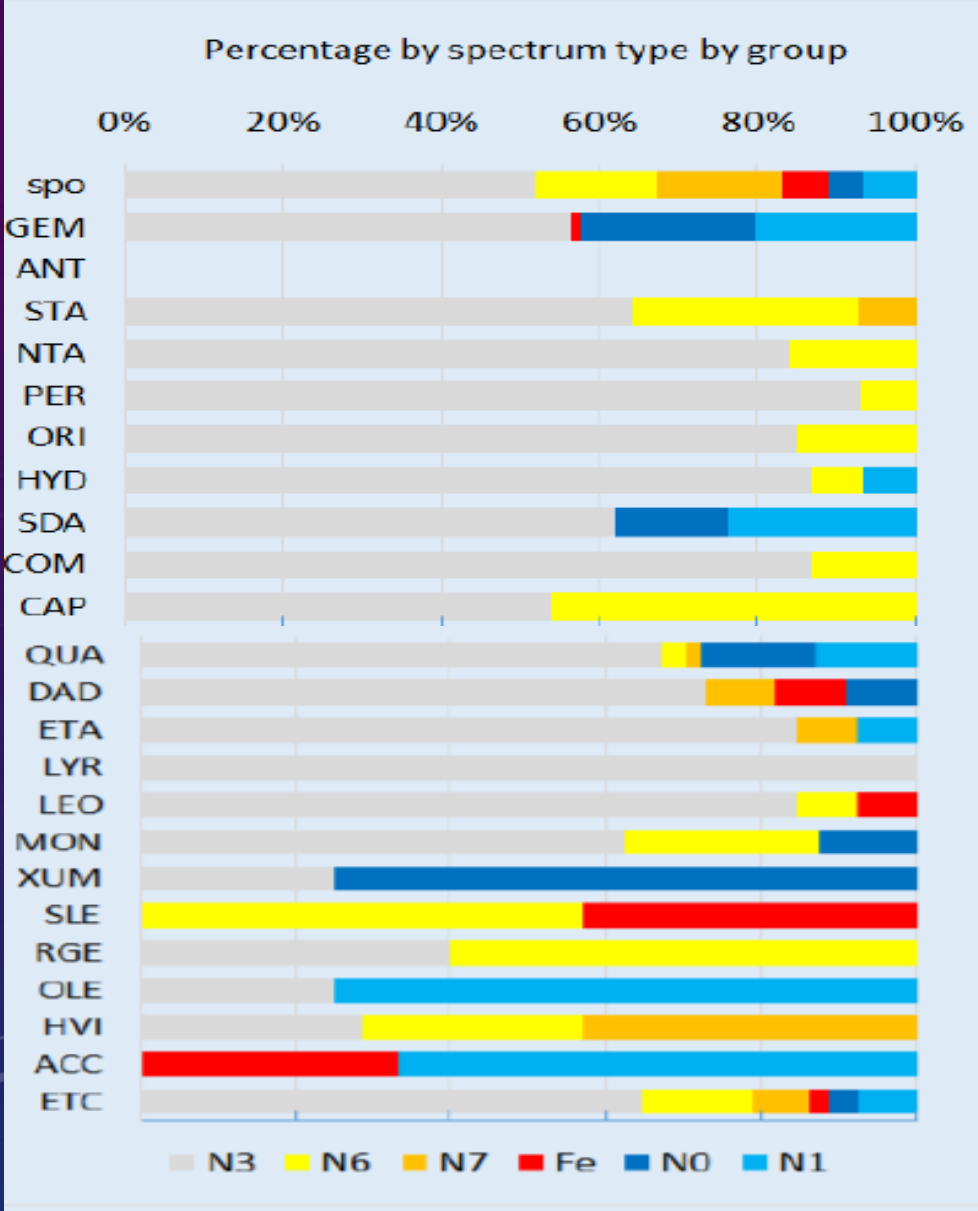
2019年のふたご群の絶対等級別三角図とAmag-Na/Mg図

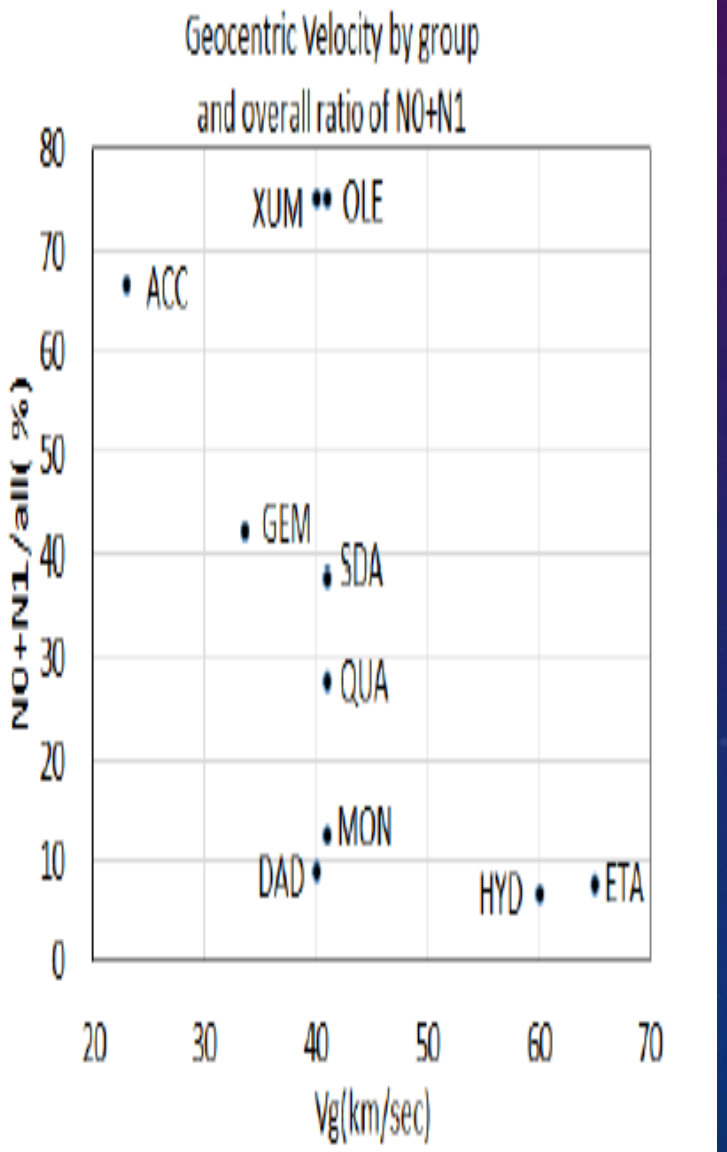




2019年のふたご群の絶対等級別の三角図とAmag-Na/Mg図です。この2つの図から明るい流星ほどNormalが多いことがわかります。暗くなるにつれてNa poorやNa freeが多くなっています。このことからNaの枯渇がみられることがわかります。

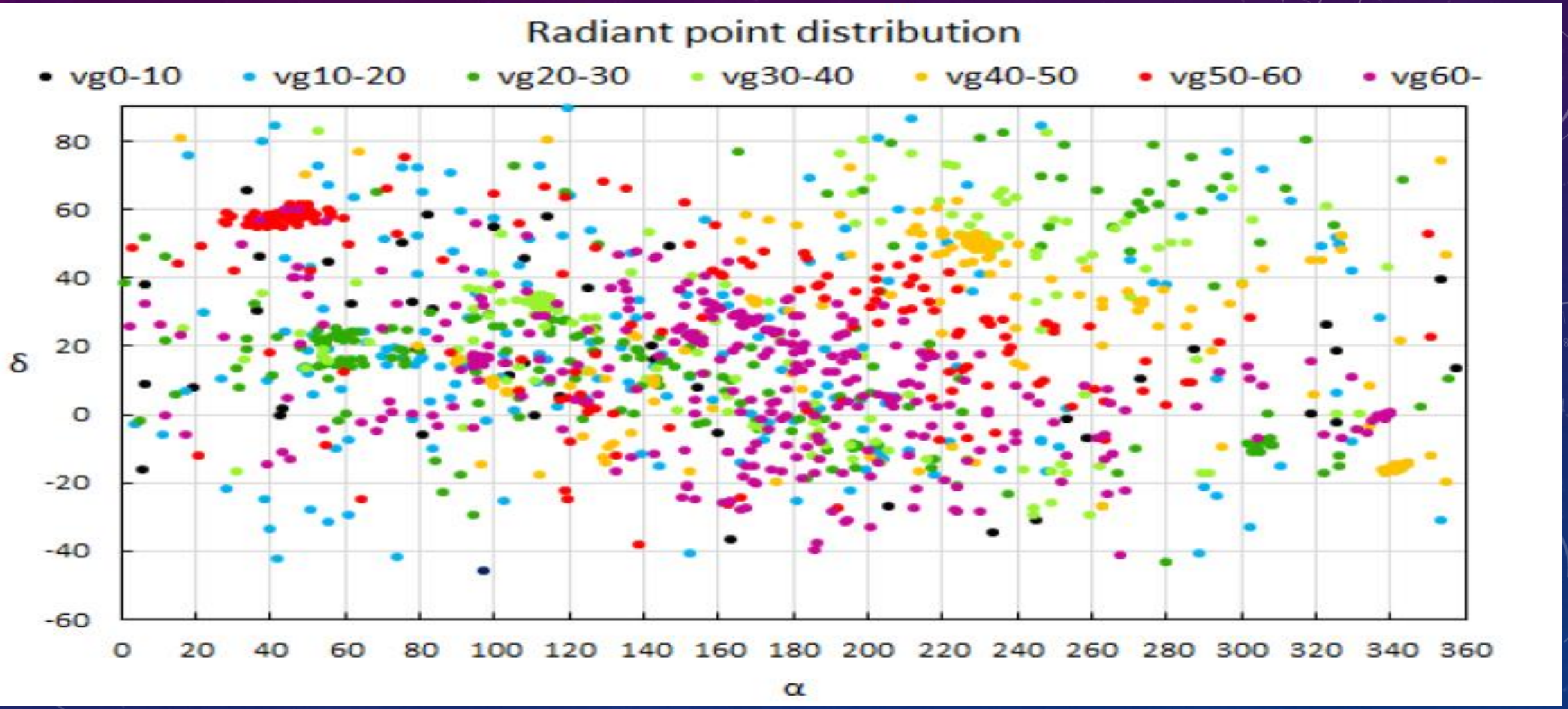
流星スペクトルの得られた各群のタイプ別の割合の比較





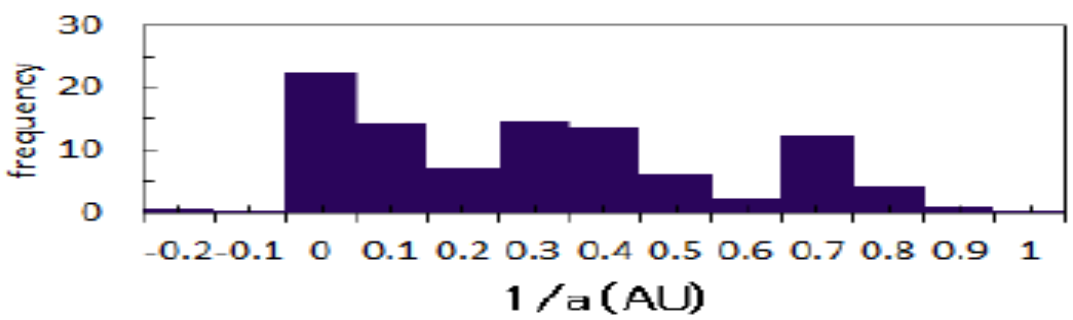
散在流星の半数は、Normalタイプで、他のタイプは全て判定されています。GemとSDAとQUAとDADは、4つのタイプに分類されていてNaの枯渇が見られます。他の主要群は、Normalが多く、N6やN0少し見られます。小流星群は、群によってタイプの割合にばらつきが見られます。XUMとSLEとRGEとOLEとHVIとACCが特徴的な割合を示しています。これらは、速度や軌道による違いも見られます。

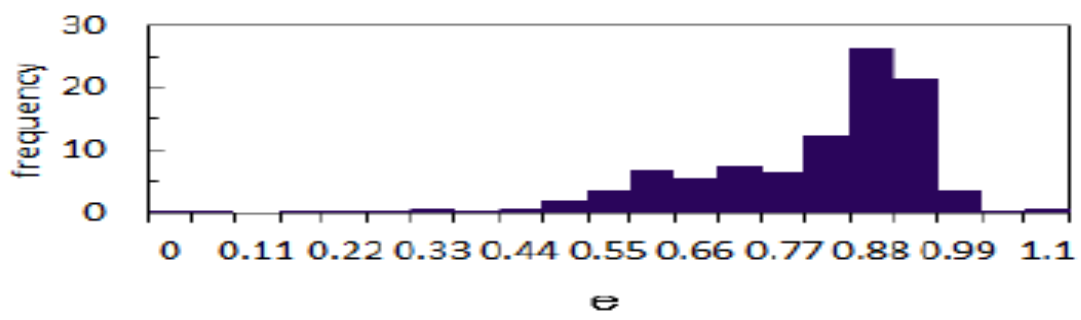
流星スペクトルの得られた流星の速度別の輻射点分布

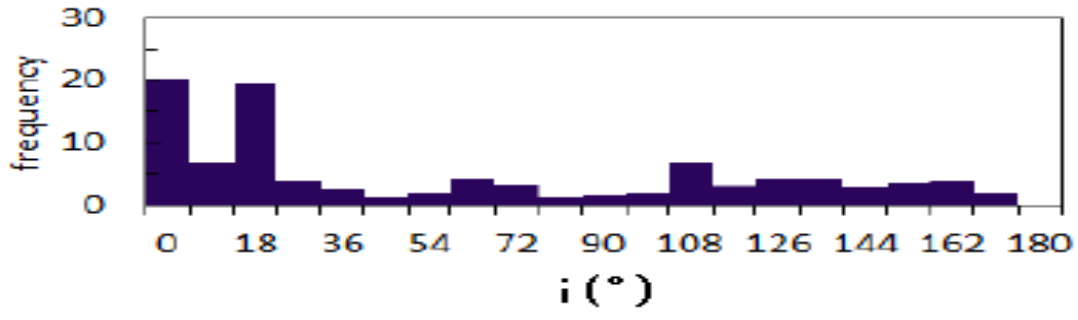


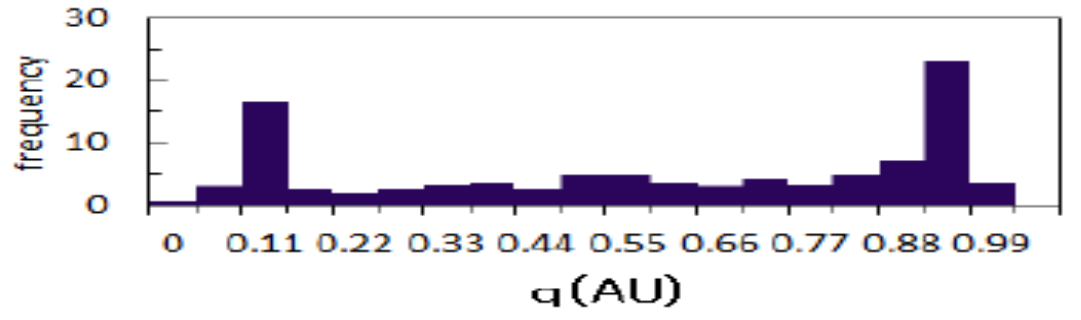
ほとんどの領域でスペクトルが得られています。主要流星群では、集中や広がりが見られます。小流星群の集中も見られます。

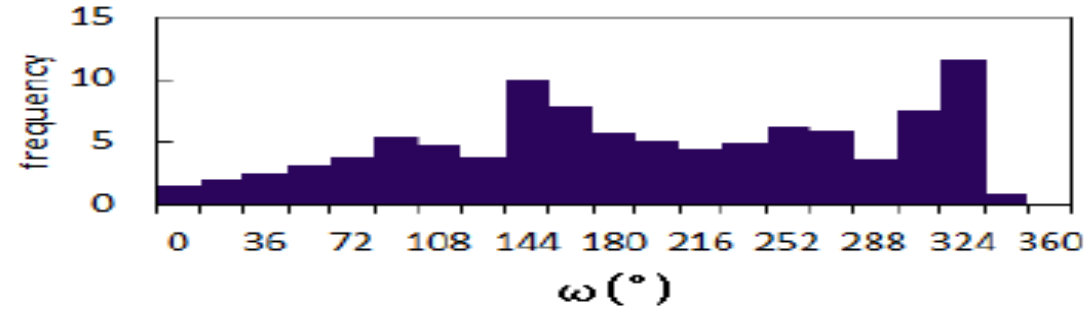
流星スペクトルの得られた流星の軌道要素の広がりのグラフ

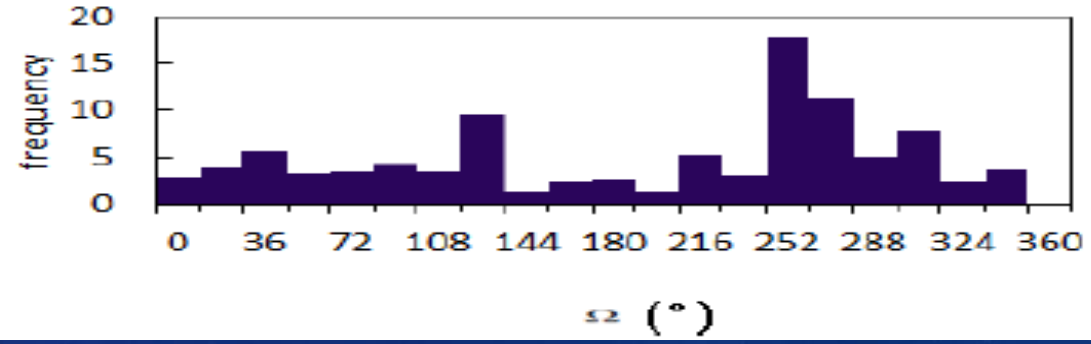






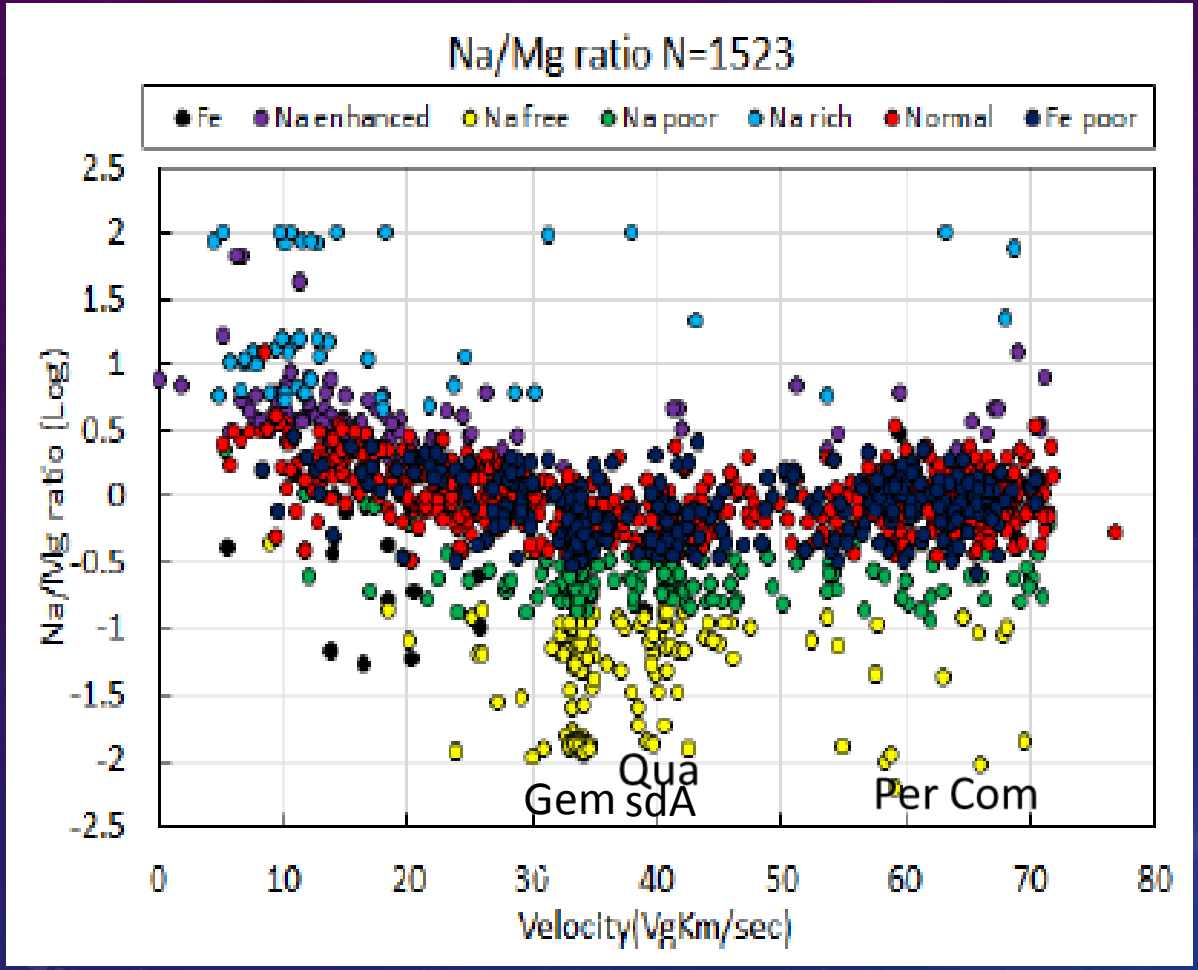


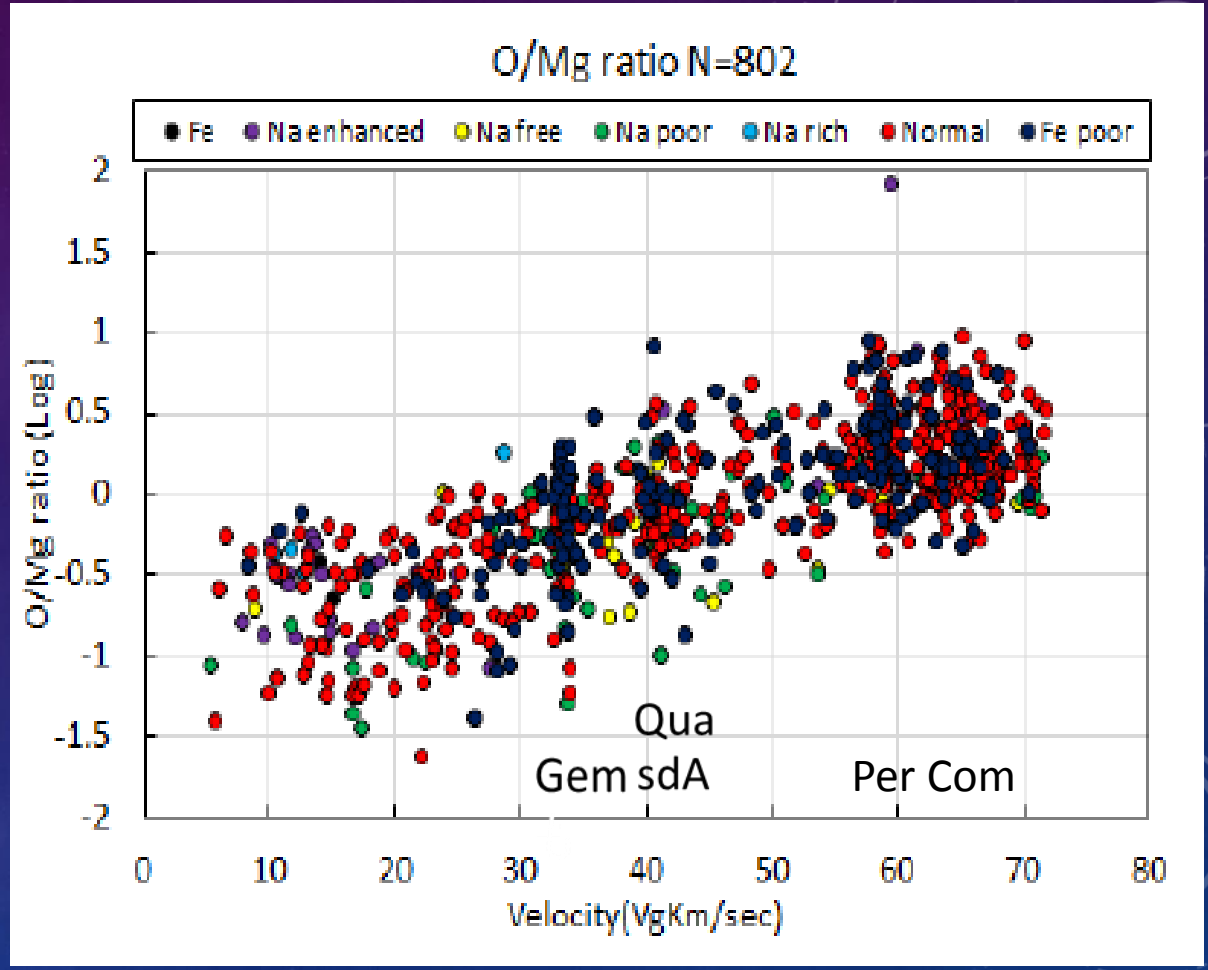




ほとんどの領域でスペクトルが得られています。主要流星群では、集中が見られます。。

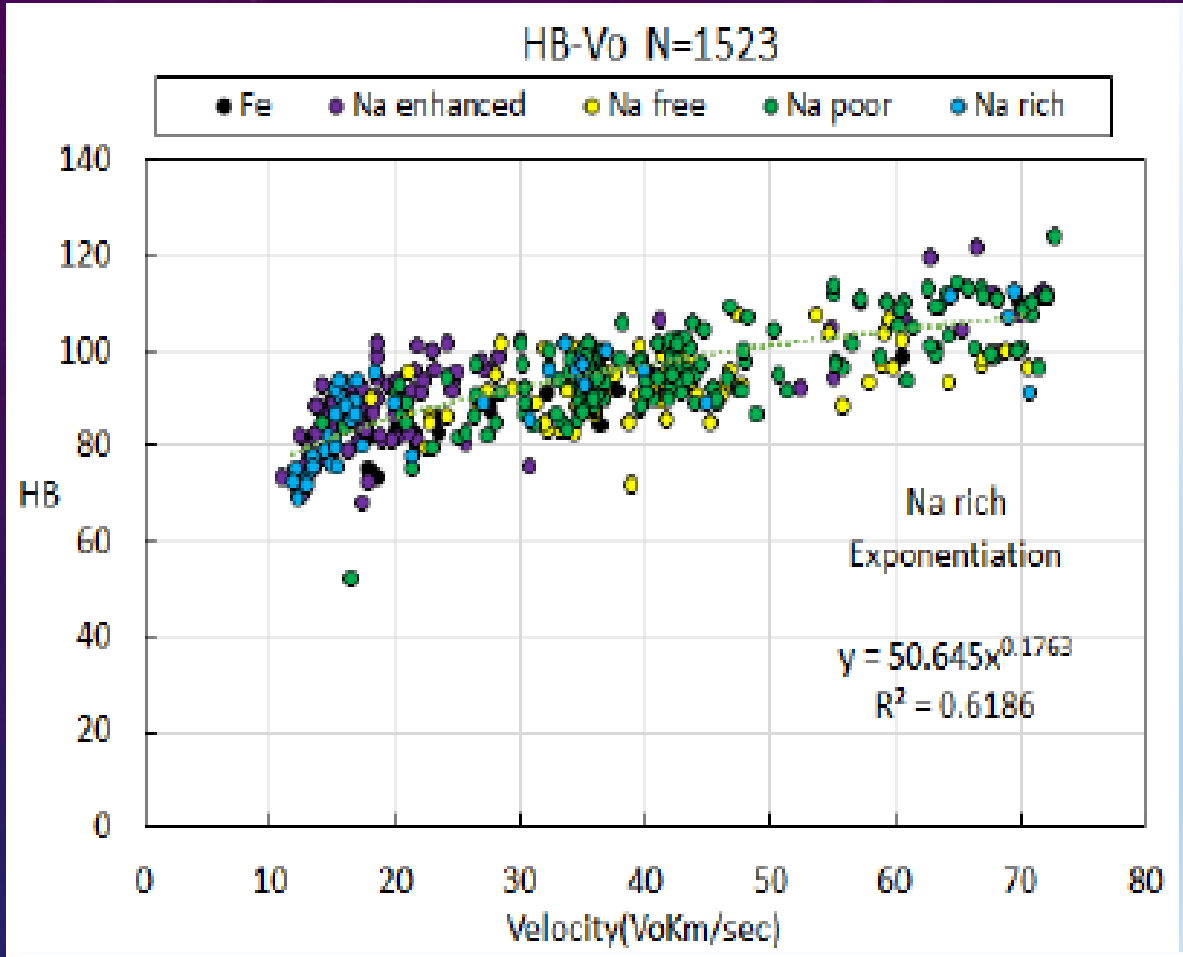
流星スペクトルの得られた流星のNa/Mg-VgとO/Mg-Vgのグラフ

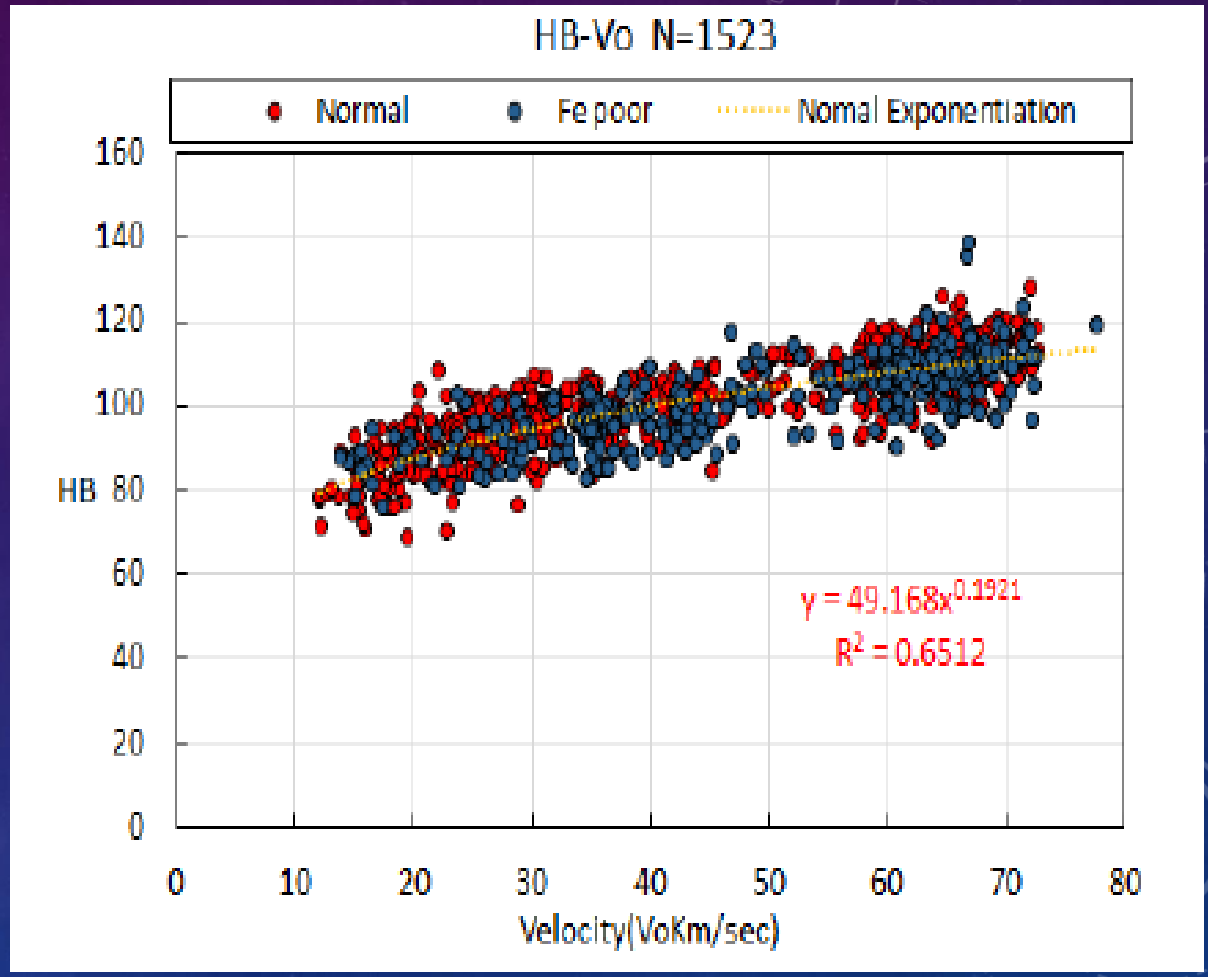




左がNa/MaとVgのグラフです。30km/sec以下では、2005年の論文と似た傾きになっています。GemとQuaとsdAとPerとComの塊がよく分かります。右は、O/MgとVgのグラフです。全体的に速度と関係していて右上がりの傾きが見られます。

流星スペクトルの得られた流星の発光高度と速度の関係図

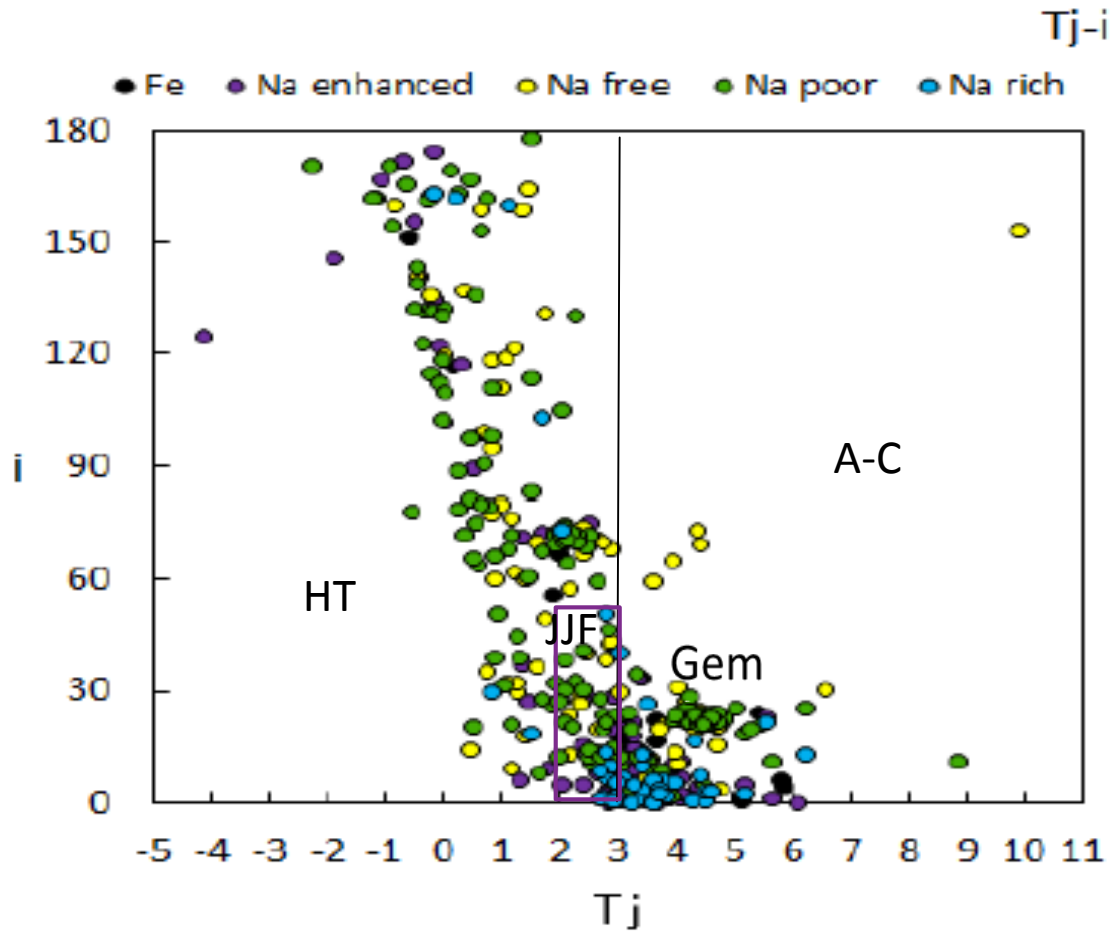


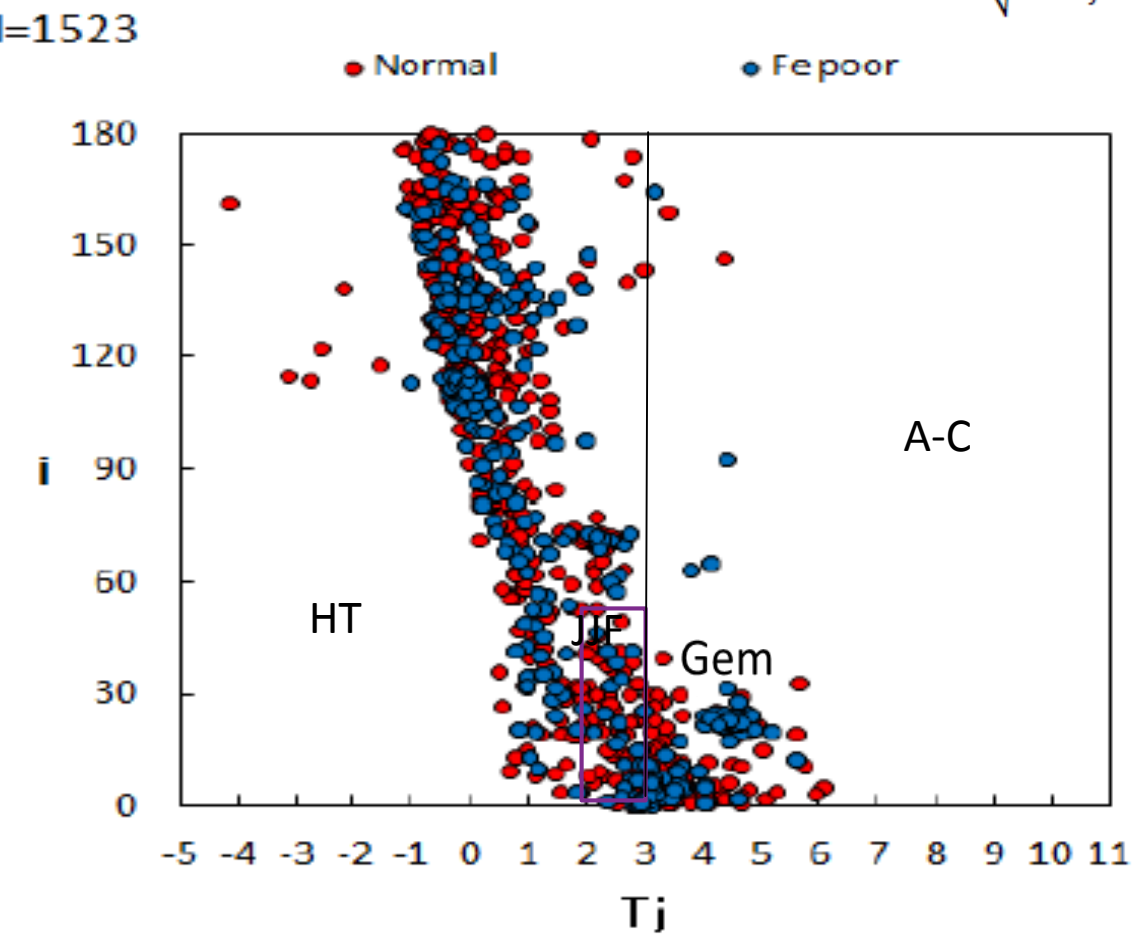


左がFeからNa richまでのグラフです。タイプによって分布のばらつきが見られます。右は、NormalとFe poorのグラフです。似た傾向があります。全体的に速度と関係していて右上がりの傾きが見られます。それぞれの関数の式で表しています。

流星スペクトルの得られた流星のTj-iの関係図

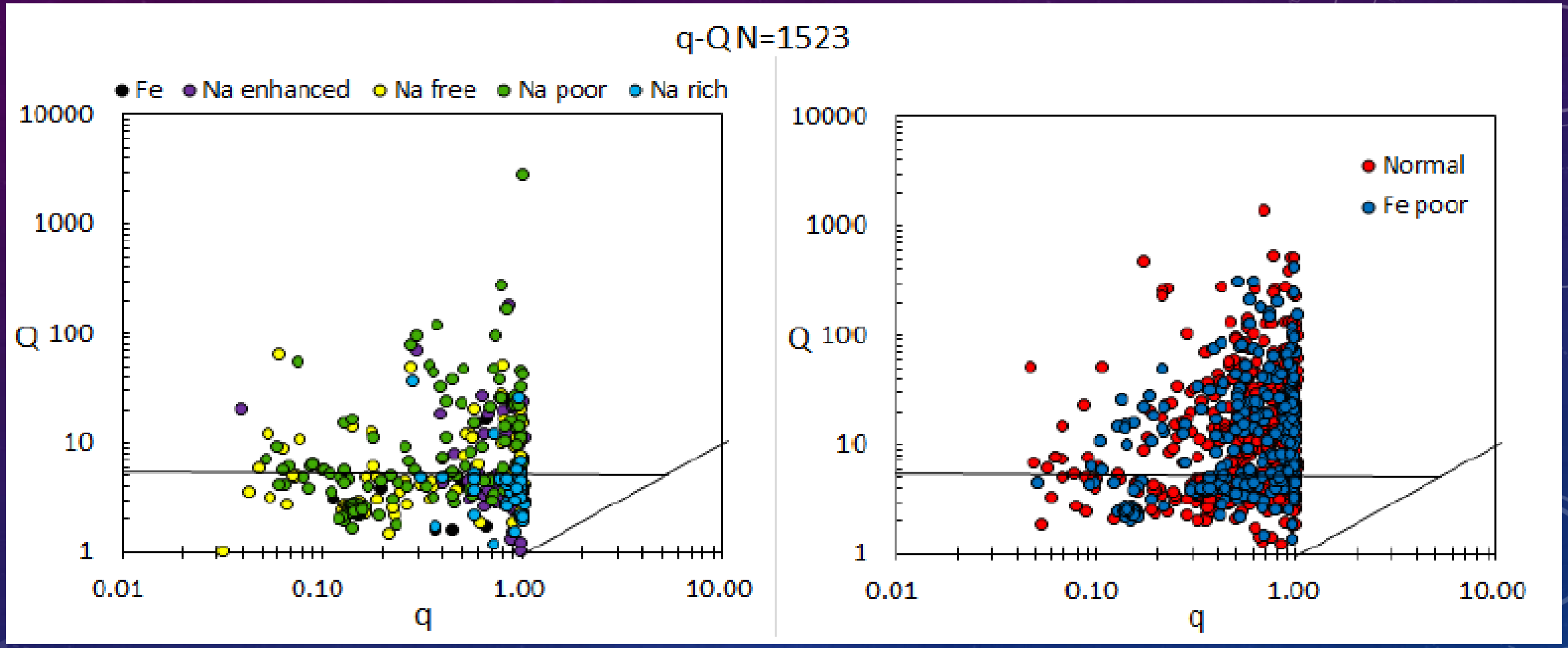
$$T_J = \frac{a_J}{a} + 2\cos i \sqrt{\frac{a(1-e^2)}{a_J}}$$





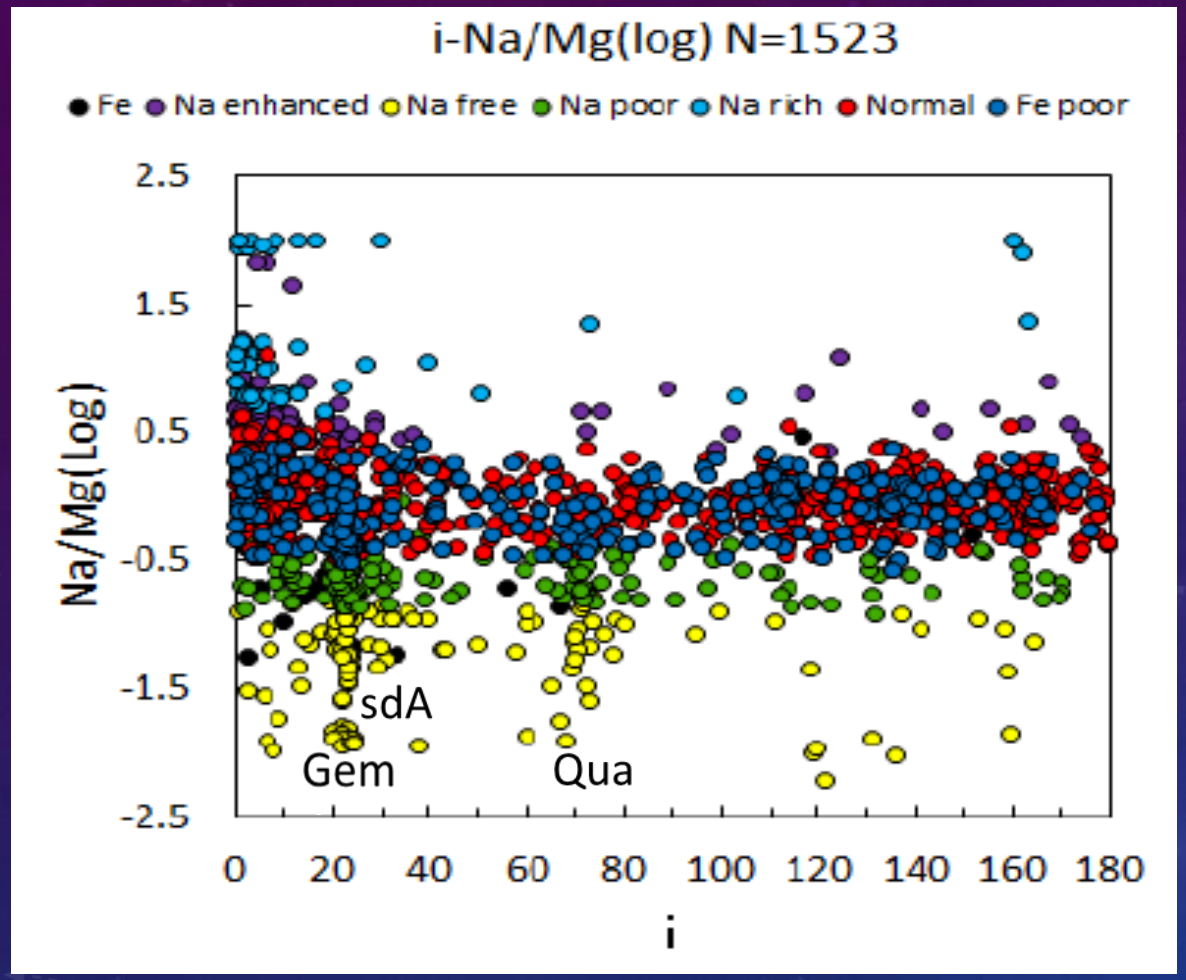
左がFeからNa richまでのグラフです。タイプによって分布のばらつきが見られます。右は、NormalとFe poorのグラフです。似た傾向があります。全体的に3つのタイプ(ハレータイプ HT 木星族　JF　小惑星とコンドライト　A-C)に分かれます。

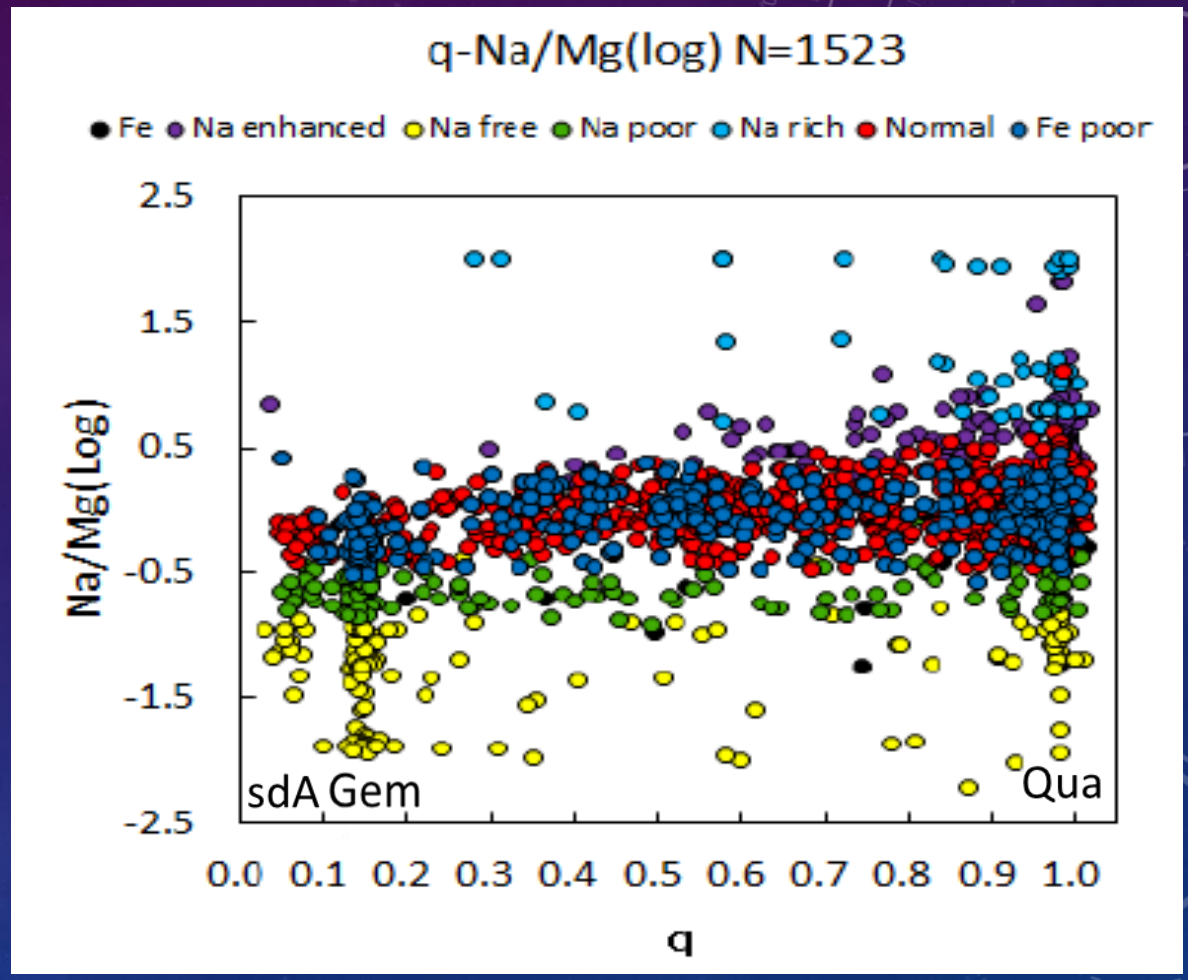
流星スペクトルの得られた流星のq-Qの関係図



左がFeからNa richまでのグラフです。タイプによって分布のばらつきが見られます。右は、NormalとFe poorのグラフです。似た傾向があります。

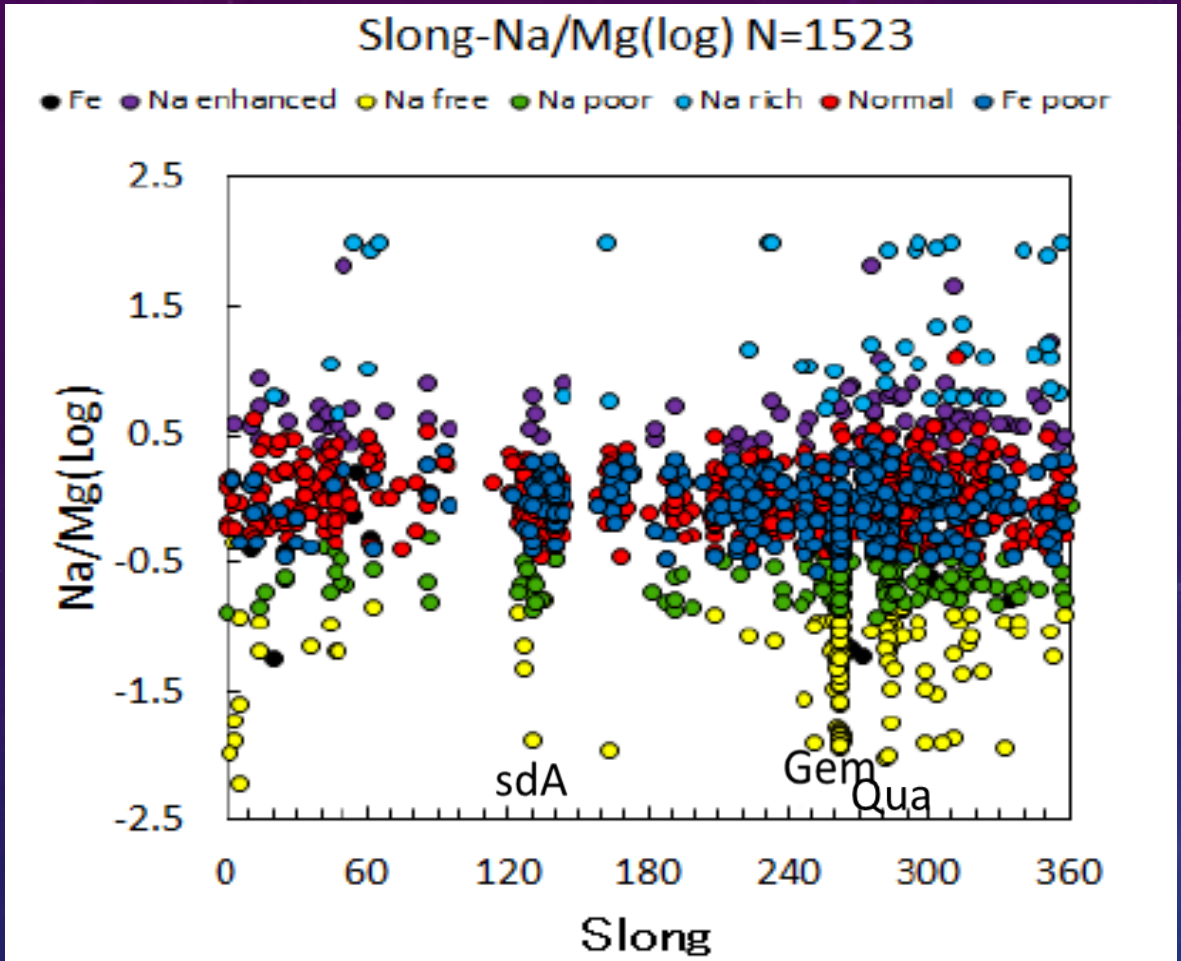
流星スペクトルの得られた流星のi-Na/Mgとq-Na/Mgの関係図

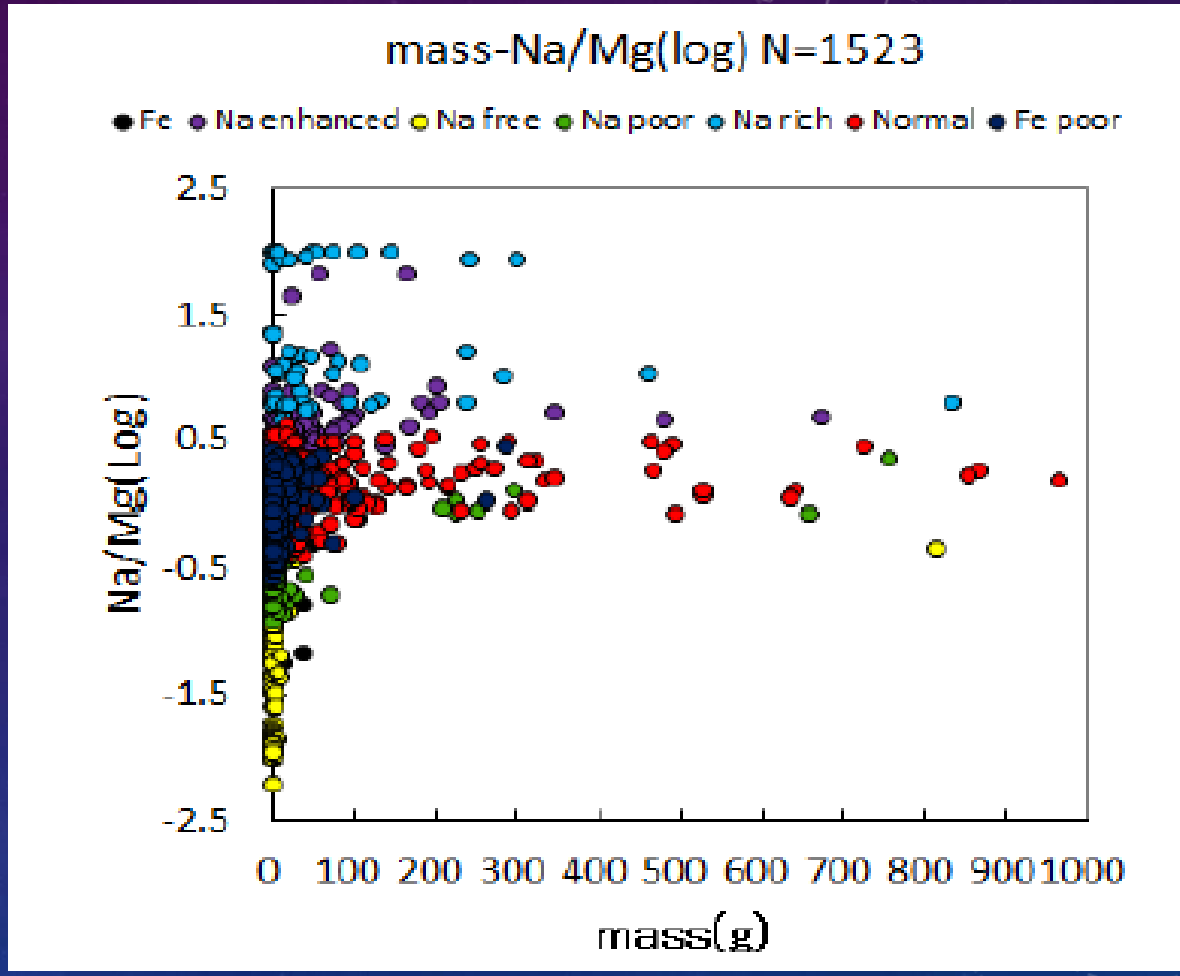




左がi-Na/Mgのグラフです。FeとNa poorとNa freeは、ほぼ一定ですが、他のものは、i<60では、左上がりの傾きが見られます。右は、q-Na/Mgのグラフです。FeとNa poorとNa freeは、ほぼ一定ですが、他のものは、右上がりの傾きが見られます。

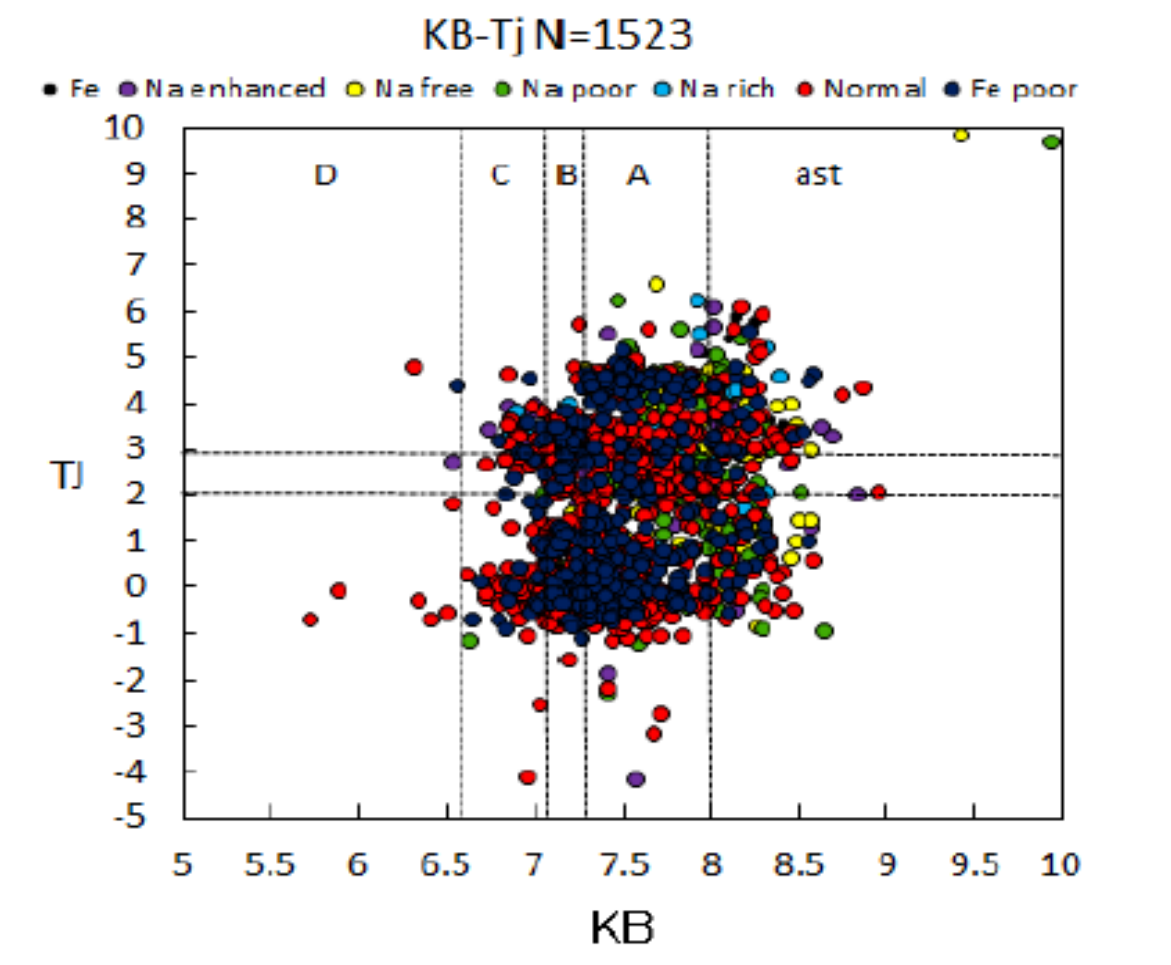
流星スペクトルの得られた流星のSlong-Na/Mgとmass-Na/Mgの関係図

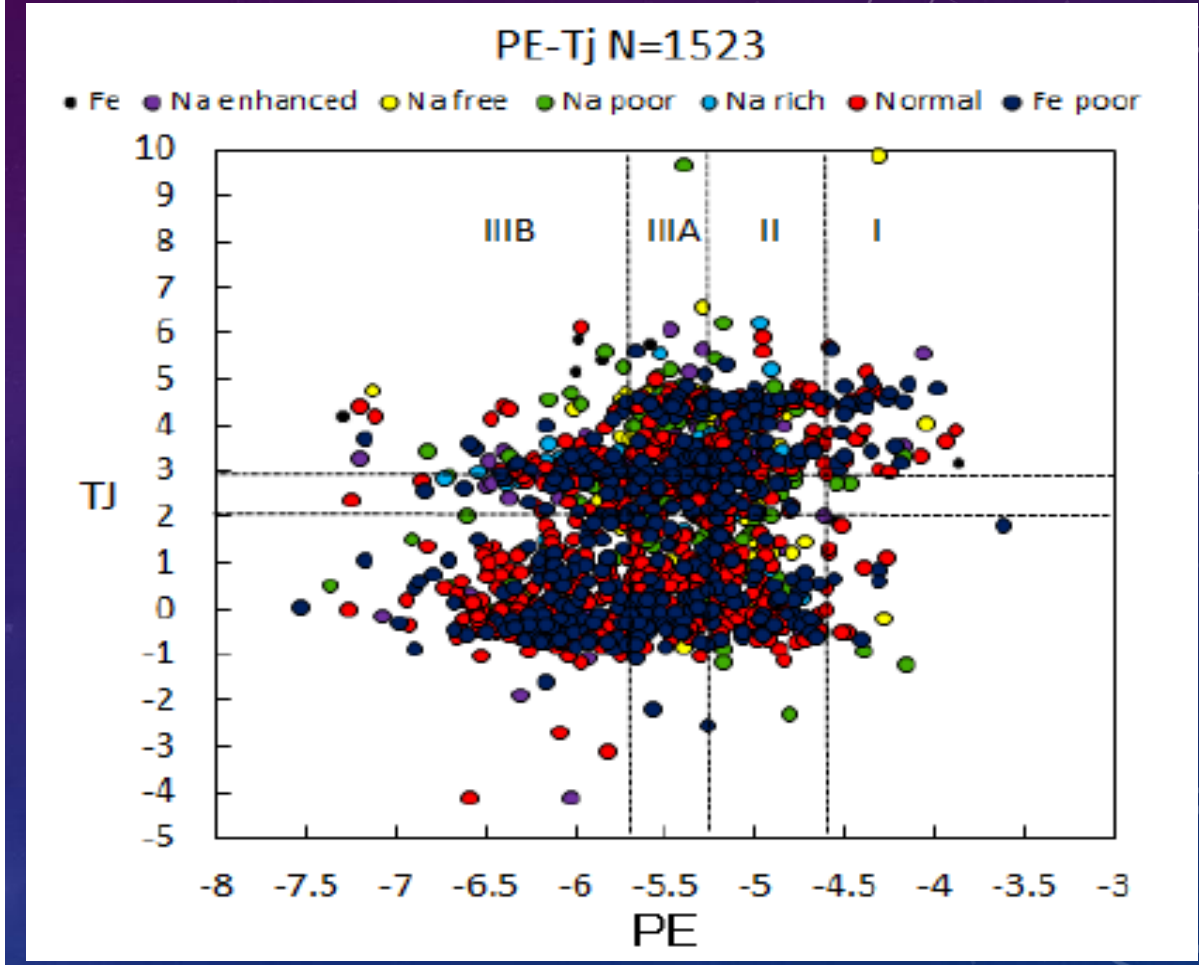




左がSlong-Na/Mgのグラフです。年間を通してNormalが多いです。梅雨時が少なく冬場が多いことがわかります。右は、mass-Na/Mgのグラフです。殆どが50g以下です。Normalが質量の重いものが多いです。低速の流星の火球は、Naが多く主すものが多いです。

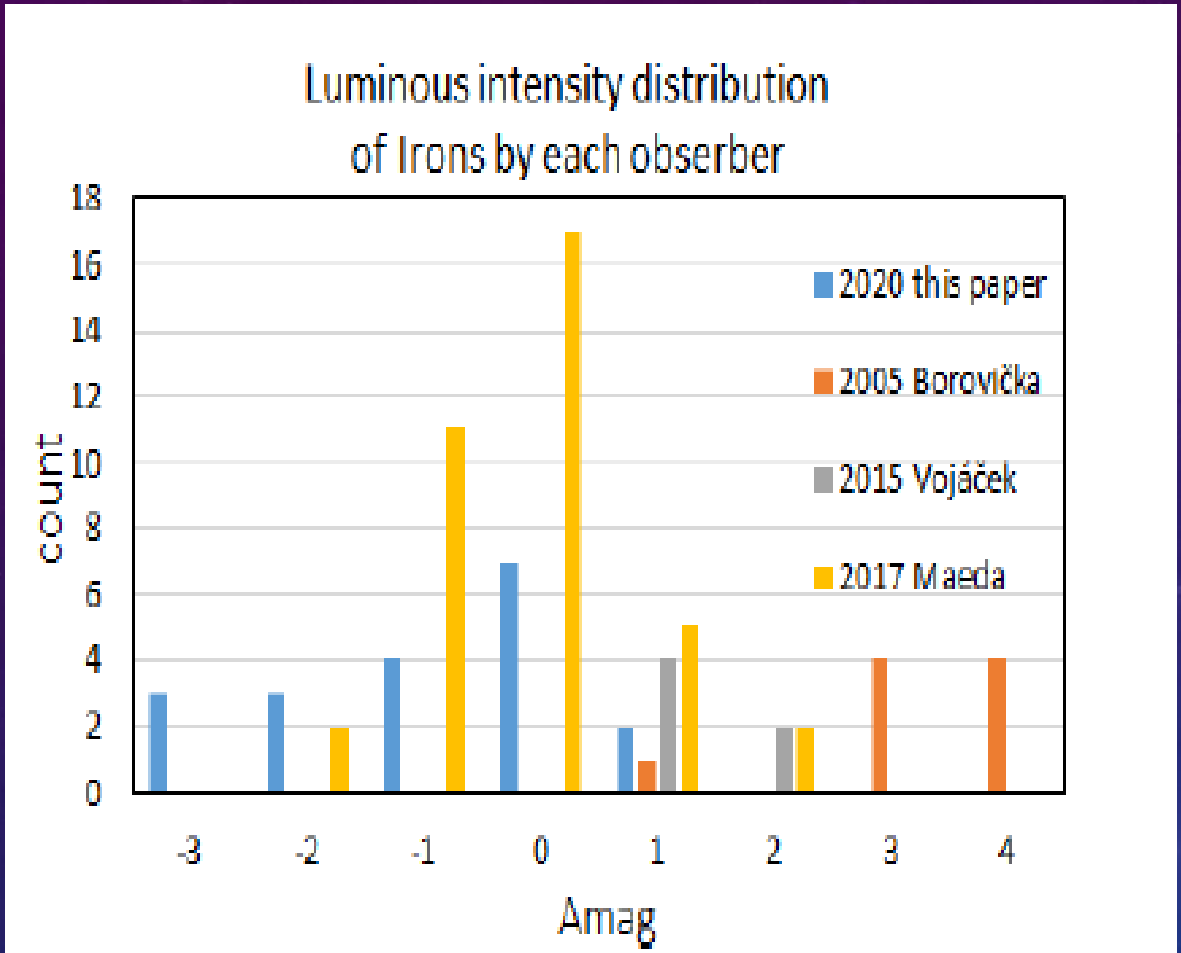
流星スペクトルの得られた流星のSlong-Na/Mgとmass-Na/Mgの関係図

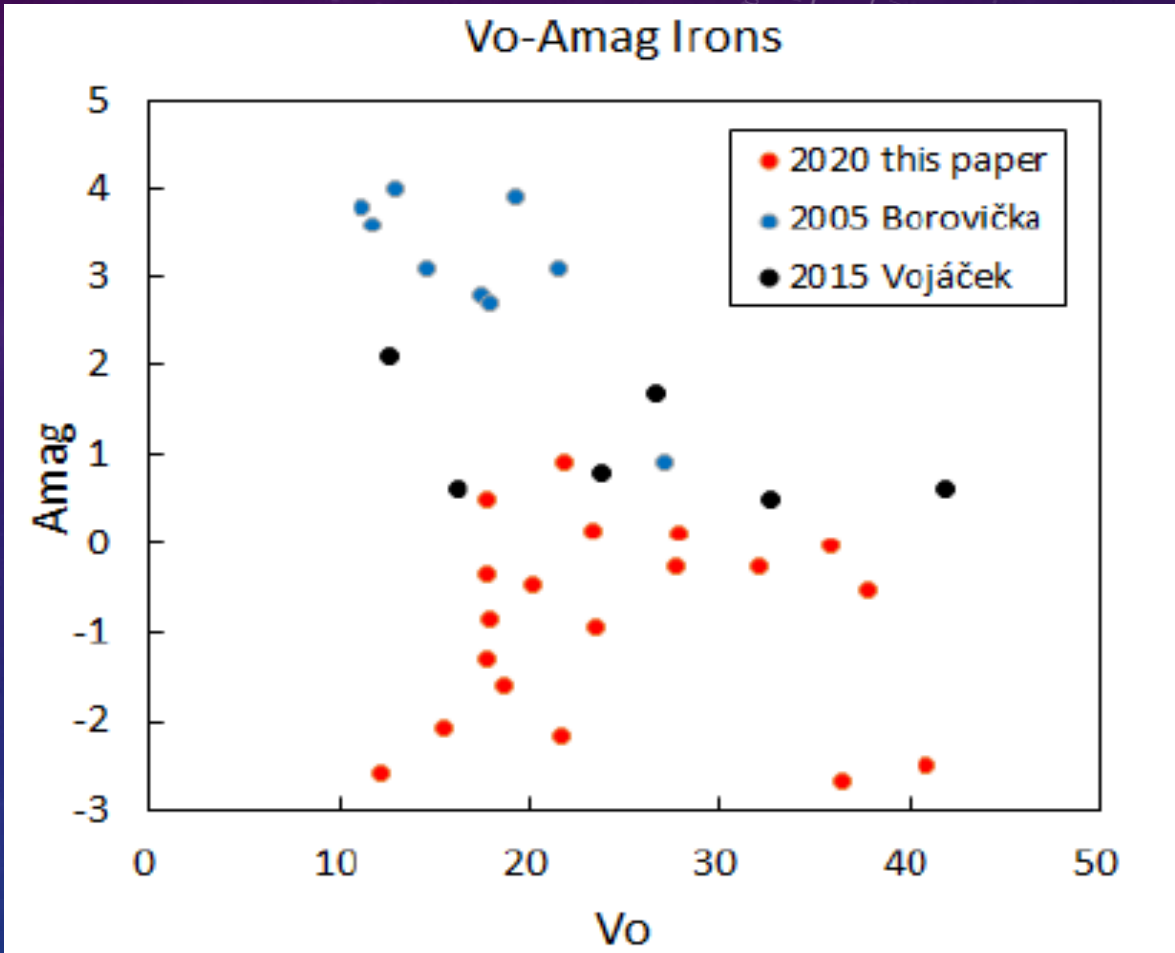




左がKB-Tjのグラフです。Aタイプが多いです。NormalとFe poorは、AとBタイプに多いです。Na freeとNa poorは、astタイプが多いです。右は、PE-Tjのグラフです。II-IIIBのタイプが多いです。Iのタイプは、少ないです。KBは、中央に集中しています。PEの方は、横に広がっています。NormalとFe poorは、似たような分布をしています。

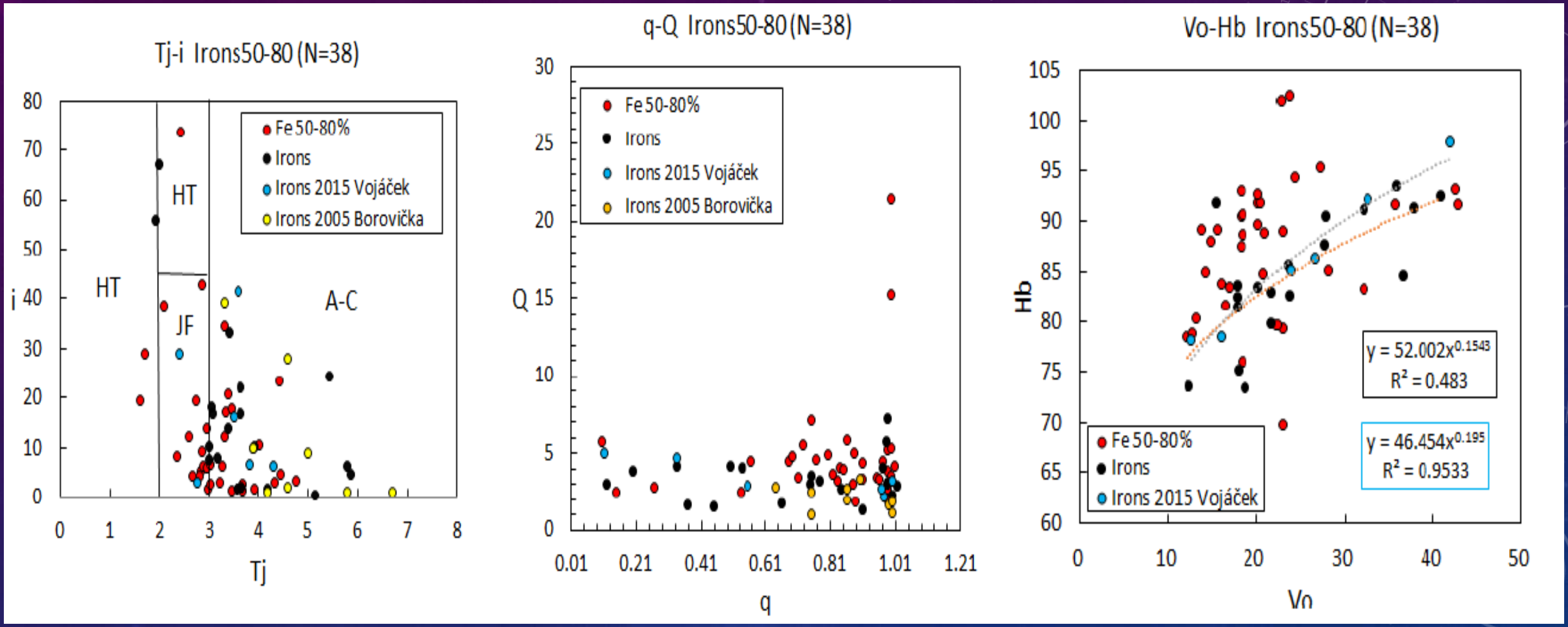
流星スペクトルの得られた鉄流星の観測者による違いのグラフ





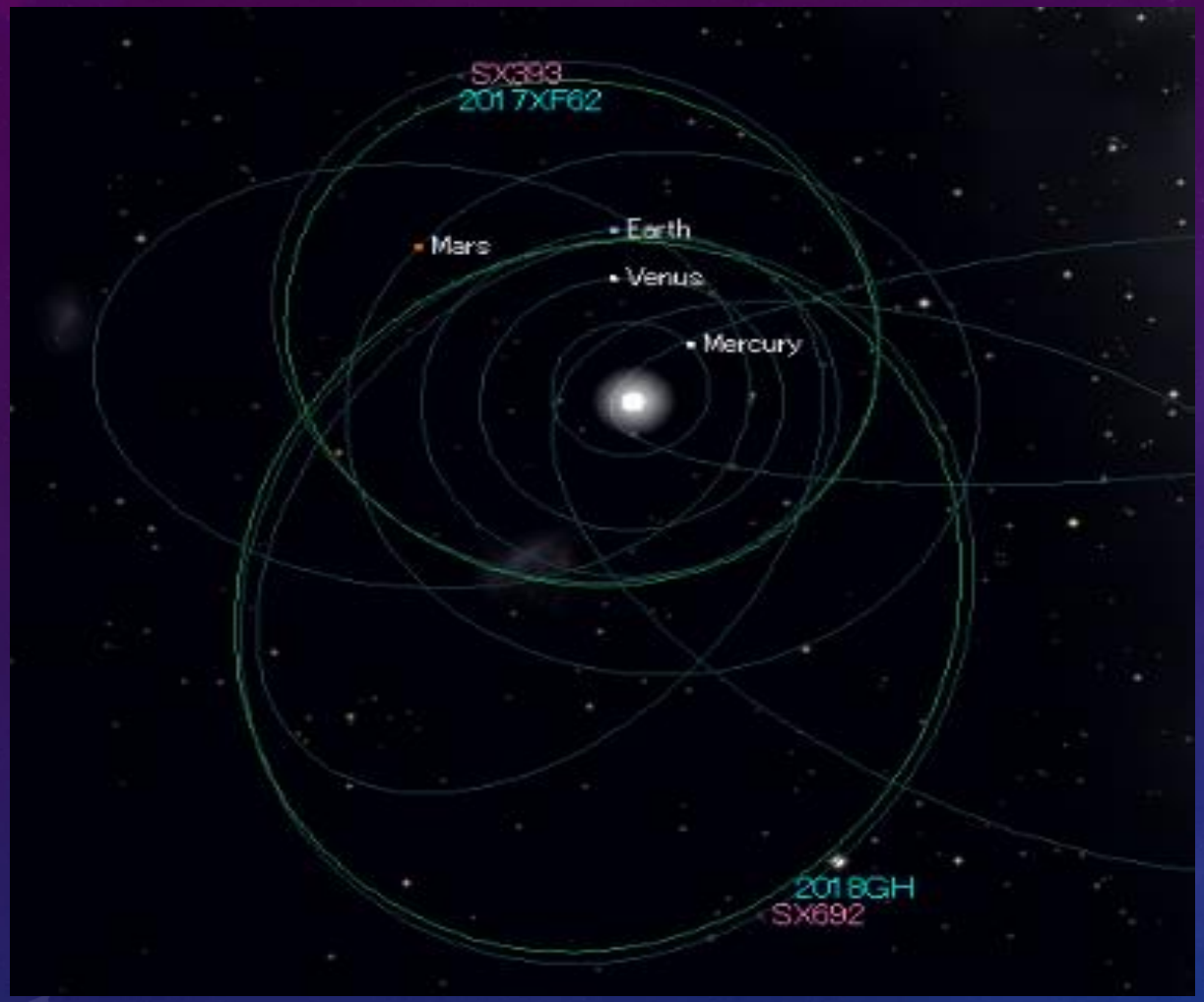
左が各観測者によるAmagの数のグラフです。観測者によって流星の明るさの範囲に差がありますが暗い流星が多い傾向があります。右は、VoとAmagのグラフです。どの観測者でも40Kmを超えるものは殆どありません。10-25の範囲に集中しています。

流星スペクトルの得られた鉄流星のTj-iとq-QとVo-Hbの関係図



左がTj-iのグラフです。A-Cタイプが多く見られます。Feが50-80%の鉄流星に近いものも似た分布を示しています。真ん中は、q-Qのグラフです。殆どがQ<7で、0.5<q<1です。右は、Vo-Hbのグラフです。2015年の論文と似た傾向にあります。

流星スペクトルの得られた鉄流星の軌道と母天体候補比較図



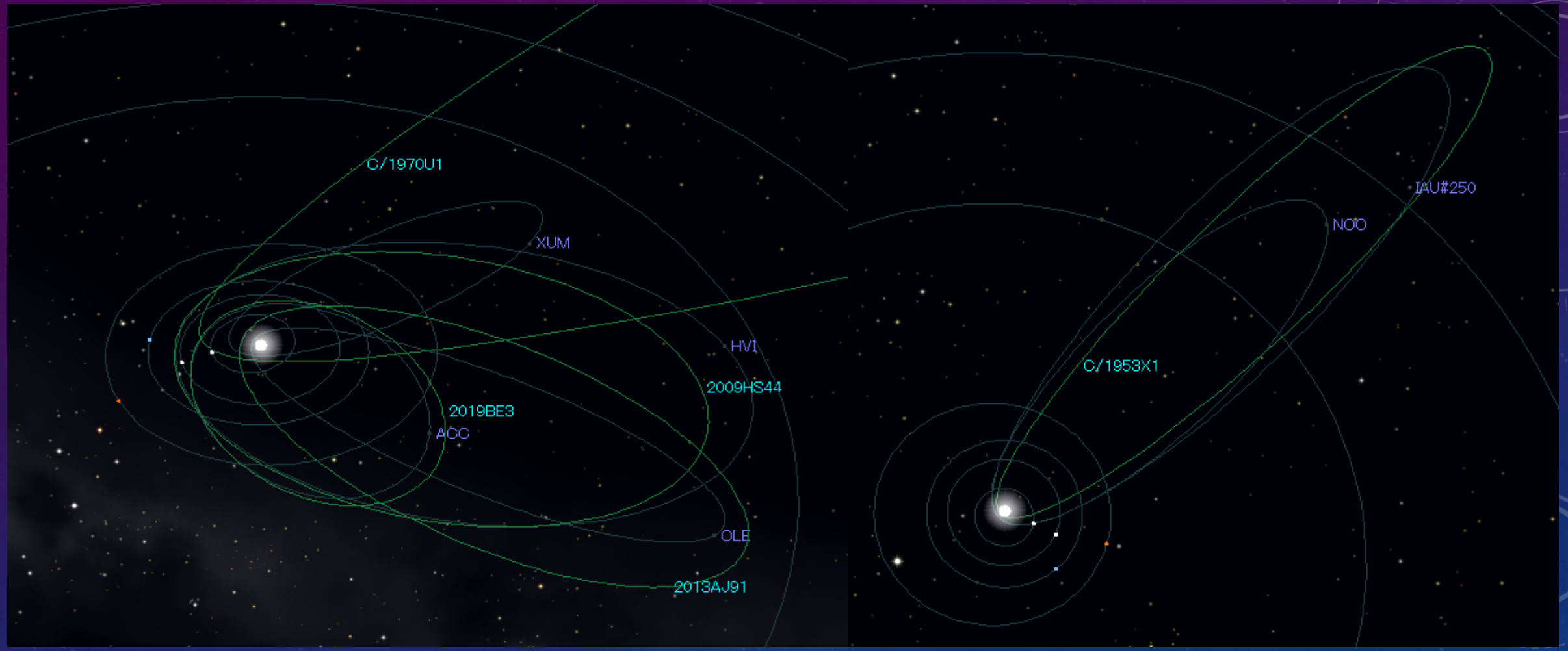
左が2015年の論文の鉄流星の軌道と母天体候補です。2つ母天体候補が見つかりました。右は、私の鉄流星の軌道と母天体候補です。7つの母天体候補が見つかりました。論文と私との共通の鉄流星と母天体は、見つけることができませんでした。

流星スペクトルの得られた鉄流星の軌道と母天体候補軌道比較表

No	Name	e	q	i	ω	Ω	λ_{Π}	β_{Π}	DSH	Remarks
V−1	SX393	0.38	0.98	6.40	194.10	262.70	96.73	−1.56		
V−1	2017XF62	0.34	1.00	5.45	203.92	254.07	97.89	−2.21	0.06	
V−2	SX692	0.52	1.00	16.00	194.00	45.80	239.28	−3.82		
V−2	2018GH	0.53	0.96	9.65	193.31	46.15	239.28	−2.21	0.12	
S−1	SP600002	0.20	0.91	24.30	58.40	86.40	142.40	20.51		
S−1	2007 XH16	0.23	0.91	27.43	58.30	91.29	146.46	23.08	0.08	
S−2	SS120020	0.40	1.00	1.80	359.20	190.20	189.44	−0.03		
S−2	2020HV7	0.40	0.99	1.55	354.36	194.25	188.61	−0.15	0.01	
S−3	SS120065	0.65	0.75	13.97	67.12	154.14	220.64	12.85		
S−3	2012BM86	0.63	0.79	11.40	56.35	164.15	219.98	9.47	0.07	
S−4	SZ600284	0.61	0.75	2.14	70.89	200.77	271.65	2.02		
S−4	2015GA1	0.61	0.78	5.17	69.55	202.58	272.06	4.85	0.06	
S−5	SA500079	0.57	0.45	6.30	120.80	121.00	241.89	5.40		ACC
S−5	2019BE3	0.59	0.50	8.51	111.01	130.11	241.33	7.94	0.07	
S−6	SA500116	0.62	0.97	8.00	153.10	55.30	208.59	3.61		
S−6	2008JD33	0.65	1.03	5.93	144.05	65.77	209.97	3.47	0.08	
S−7	SZ600059	0.52	0.84	10.10	238.00	25.20	262.72	−8.59		
S−7	2018GH5	0.55	0.85	5.07	248.76	21.84	270.52	−4.73	0.12	
S−8	SA500118	0.49	1.01	22.00	180.80	61.10	241.88	−0.30		
S−8	1999 FN53	0.46	0.94	20.16	191.71	50.59	241.60	−4.01	0.10	
S−9	SW600479	0.64	0.37	4.50	308.04	282.40	230.53	−3.54		
S−9	2013YL2	0.66	0.40	5.87	303.56	277.90	221.60	−4.89	0.11	
S−10	SA500064	0.53	0.98	33.20	177.70	271.70	89.76	1.25		
S−10	2019YA6	0.57	1.07	31.38	169.11	275.07	85.75	5.65	0.12	
S−11	SA500279	0.77	0.53	18.12	92.81	120.91	213.87	18.10		
S−11	2009 BJ58	0.71	0.53	13.03	85.60	131.46	216.94	12.99	0.12	
S−12	SS800036	0.46	0.66	0.40	93.50	138.40	231.85	0.35		
S−12	2019BV2	0.50	0.66	0.66	82.14	134.78	216.92	0.65	0.13	
S−13	SA500115	0.93	0.12	16.70	147.20	234.40	22.72	8.96		
S−13	2005 GL9	0.90	0.22	20.02	162.17	225.64	28.83	6.02	0.17	
S−14	SW600549	0.79	0.50	10.27	97.35	154.39	251.85	10.18		
S−14	2019DW1	0.78	0.50	4.87	97.38	164.86	262.26	4.83	0.17	
S−15	SA500259	0.90	0.20	16.66	313.20	281.48	235.90	−12.07		Gem?
S−15	Phaethon	0.89	0.14	22.26	322.19	265.22	229.53	−13.43	0.18	
S−16	SA500271	0.71	0.98	66.93	188.00	287.63	110.78	−7.35		Qua?
S−16	2003 EH1	0.62	1.19	70.84	171.34	282.98	100.12	8.18	0.33	

V-1とV-2は、2015年の論文の鉄流星(上)の軌道と母天体候補(下)軌道です。S-1からS-16は、私の鉄流星(上)の軌道と母天体候補(下)軌道です。DSHとλとβで判定しました。

流星スペクトルの得られた小流星群の軌道と母天体候補比較図



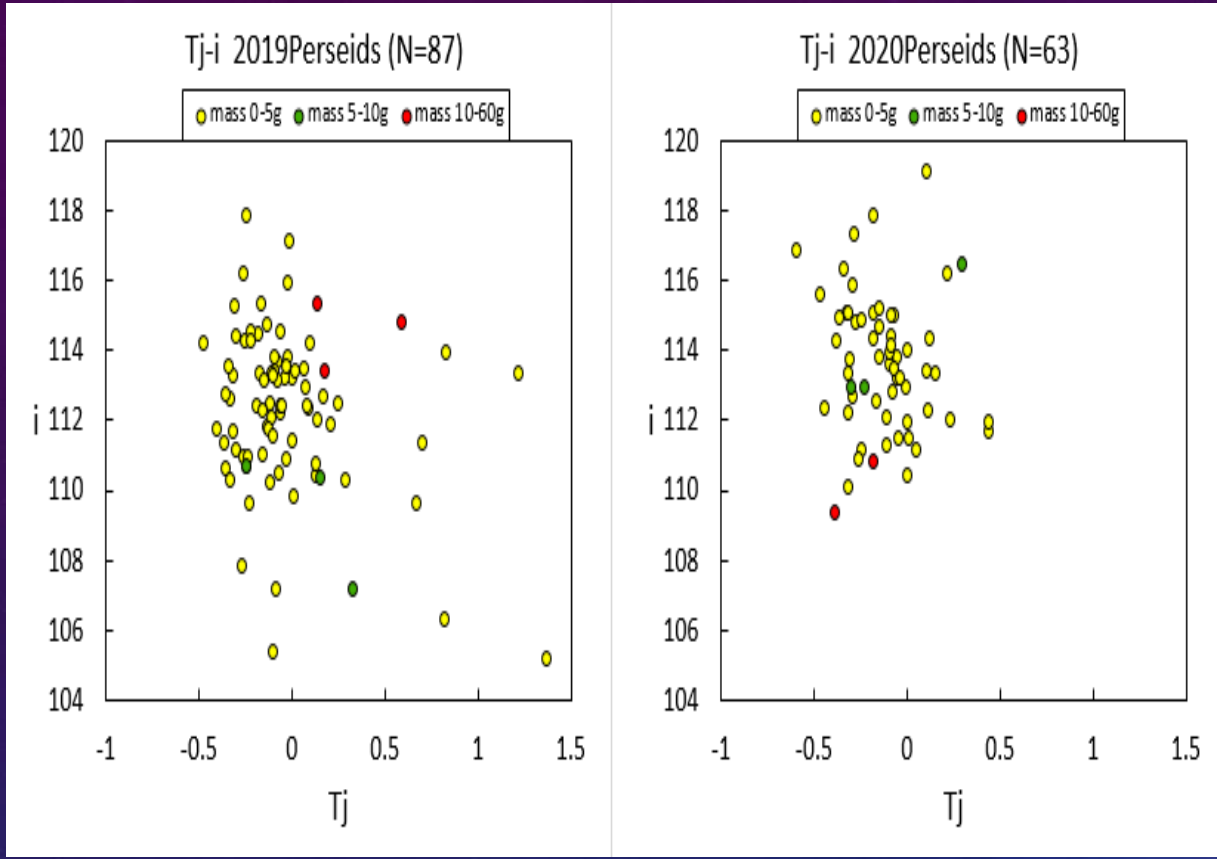
左がACC群とCLE群とHVI群とXUM群と母天体候補の軌道図です。XUM群は、速度で軌道の違いが見られます。右は、NOO群と母天体候補の軌道図です。似た傾向があります。速度による影響が考えられます。

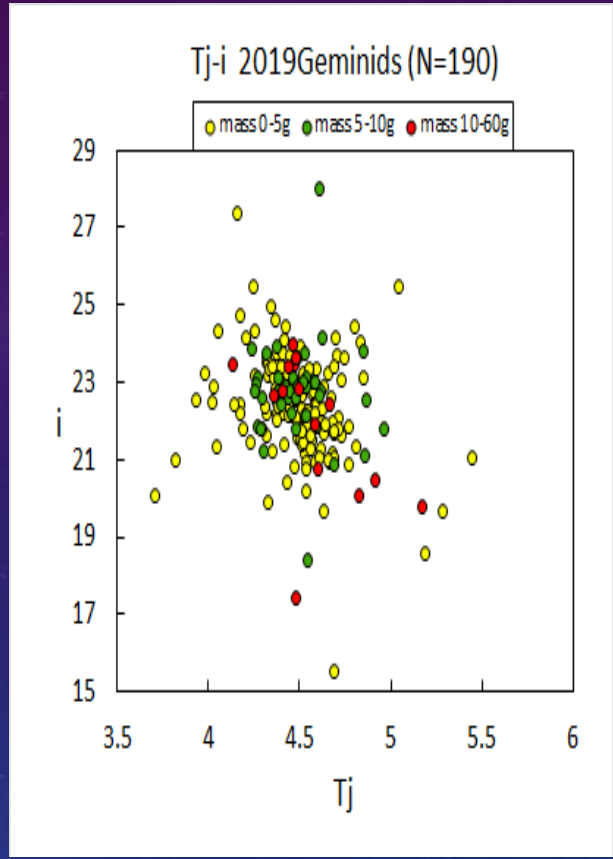
流星スペクトルの得られた小流星群の軌道と母天体候補比較表

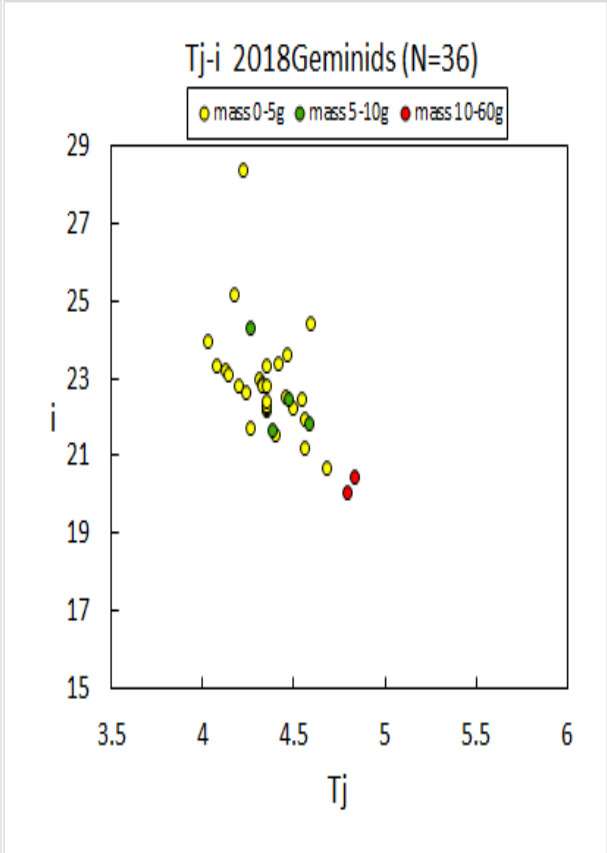
Name	Vg	e	q	i	ω	Ω	Dsh	λ_Π	β_Π	Remark
ACC	23.0	0.69	0.46	8.7	109.2	126.8	0.11	236.21	8.21	N=4
IAU#266	19.3	0.59	0.48	7.2	112.6	124.2	0.00	236.96	6.64	asteroidal
2019BE3		0.59	0.50	8.5	111.0	130.1	0.05	241.33	7.94	
OLE	40.1	0.94	0.11	26.5	146.8	114.9	0.11	264.55	14.16	N=4
IAU#515	41.5	0.97	0.08	23.0	151.0	116.0	0.00	268.97	10.92	
2013AJ91		0.93	0.18	33.3	165.8	95.4	0.27	263.45	7.73	?
XUM	40.7	0.84	0.23	66.8	312.5	299.3	0.03	276.01	−42.65	N=5
IAU#341	40.9	0.86	0.22	66.8	313.2	298.0	0.00	275.24	−42.07	
C/1970 U1		1.00	0.41	60.8	318.5	293.7	0.27	270.34	−35.32	?
HVI	17.7	0.71	0.77	0.9	64.6	219.9	0.02	284.59	0.80	N=7
IAU#343	18.1	0.73	0.76	0.6	64.1	220.4	0.00	284.50	0.54	
2009HS44		0.70	0.77	2.4	73.2	209.1	0.05	282.32	2.33	
NOO	40.7	0.97	0.12	19.8	140.4	67.0	0.08	209.17	12.45	N=5
IAU#250	42.5	0.99	0.12	24.4	140.4	67.6	0.00	210.61	15.27	
C/1953 X1		1.00	0.07	13.6	94.1	115.2	0.32	209.43	13.54	?

ACCとHVIは、軌道要素もλとβもよく一致していますが、OLEとXUMとNOOは、軌道要素は、大体似ていますがDSHが0.2を超えていて?です。速度による影響があると思われます。候補は、一番近いものです。

流星スペクトルの得られたPer群とGem群のTj-iの比較

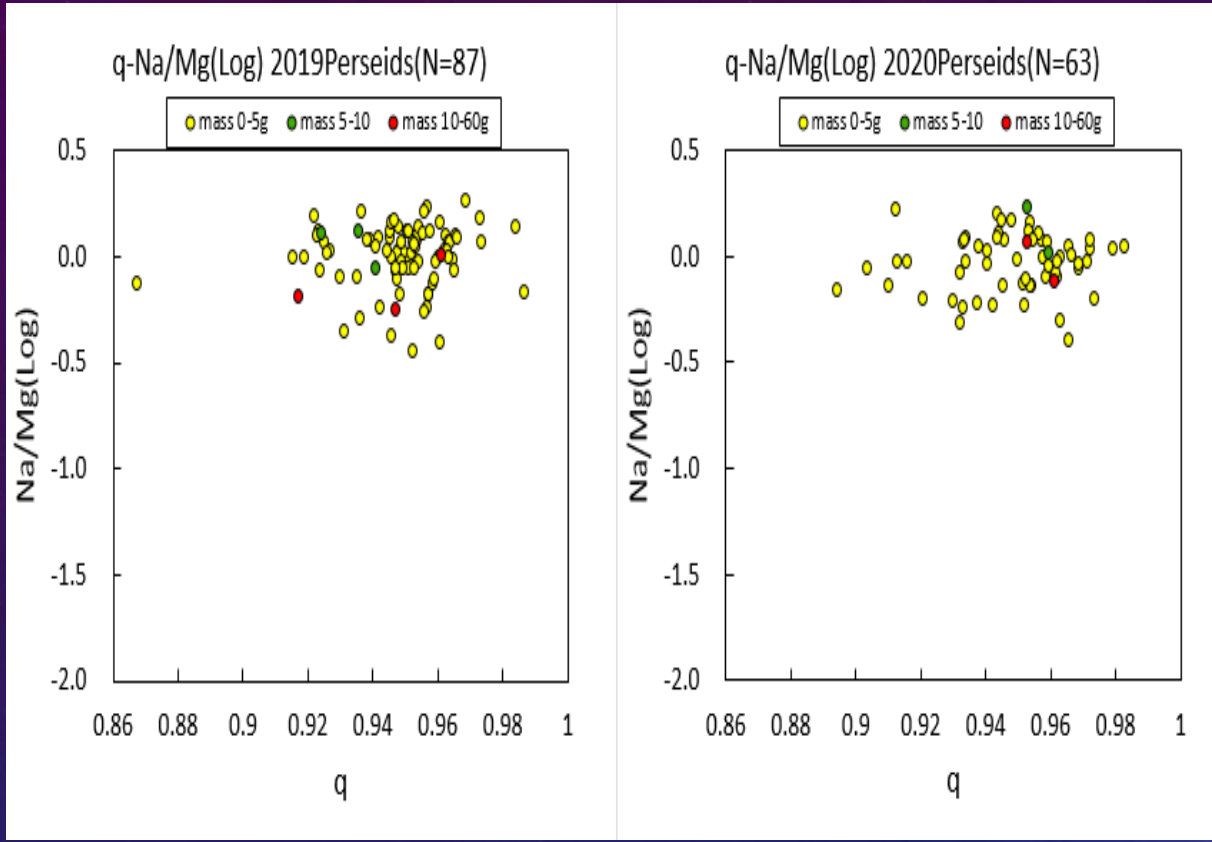


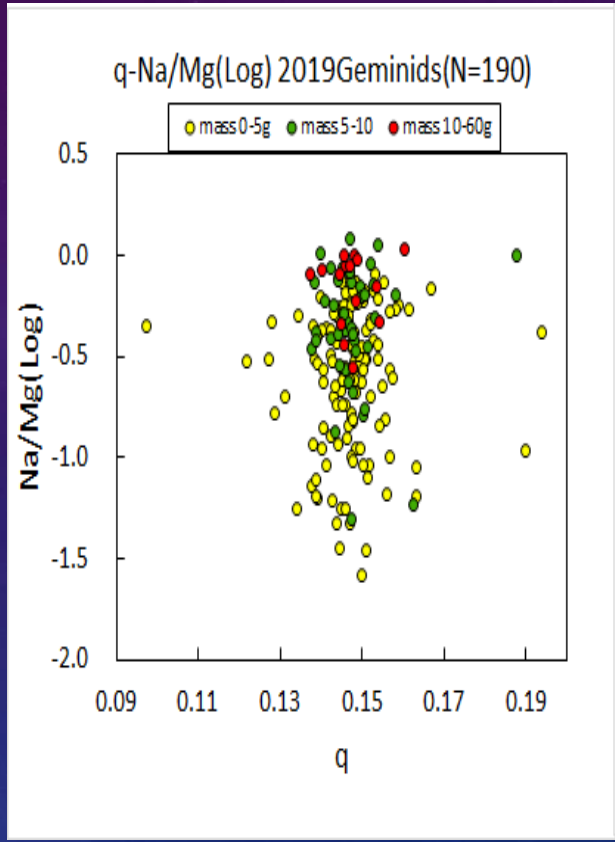


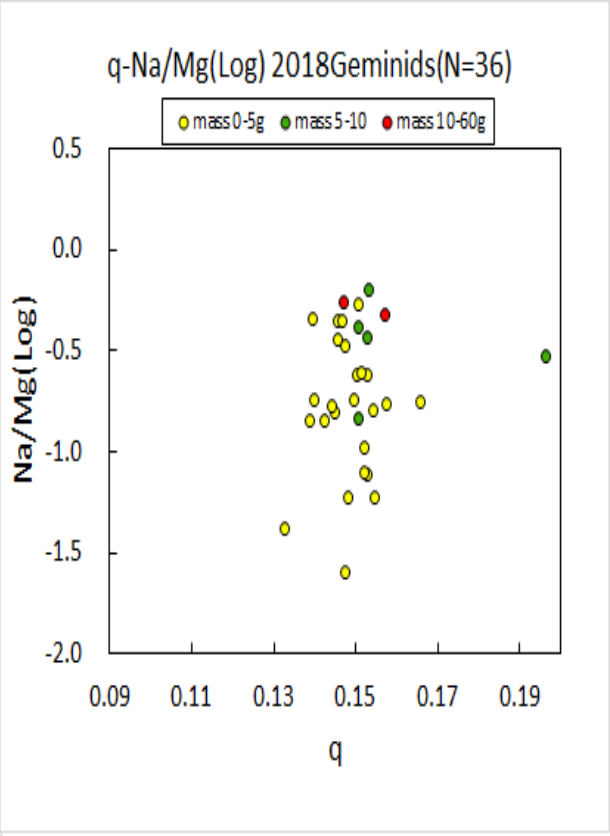


左は、ペルセ群です。どちらの年も集中している中心より外側に質量の重い物質が多いようです。iが110-115°に集中しています。右は、ふたご群です。iが20-25°に集中しています。ペルセ群よりも集中部分の近くに重い物質も集中しているが離れた所にも散見している。このことからふたご群の方が流星物質の広がりが少ないと思われます。

流星スペクトルの得られたPer群とGem群のq-Na/Mgの比較

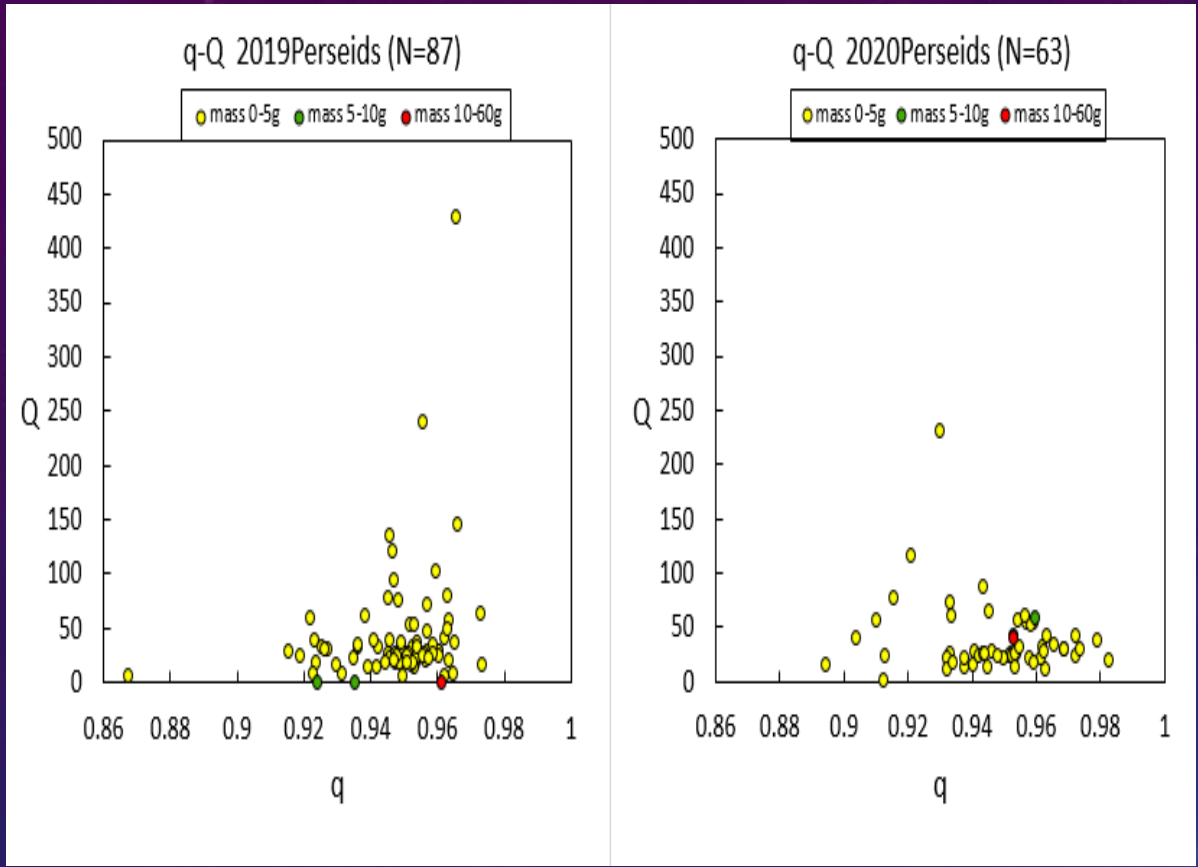


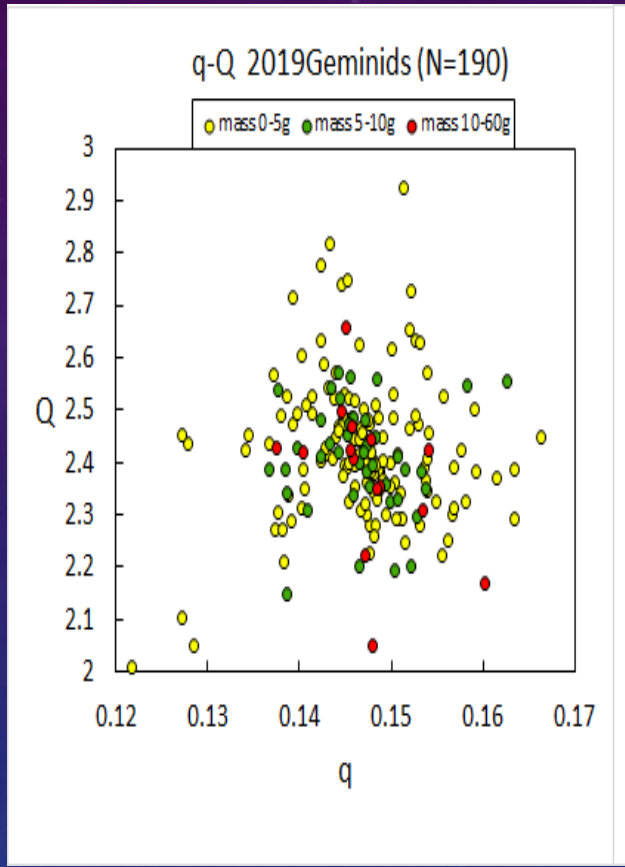


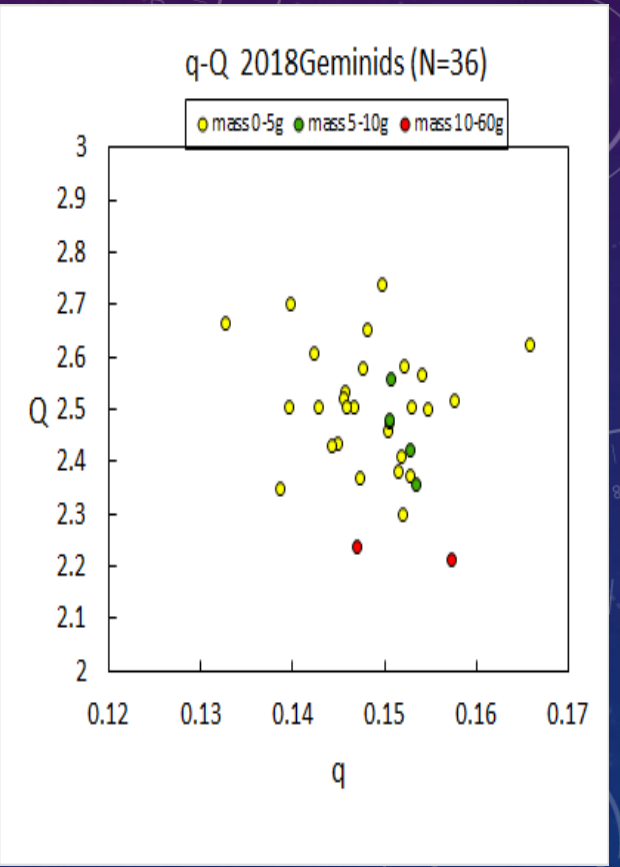


左は、ペルセ群です。どちらの年も集中している中心より外側に質量の重い物質が多いようです。qが0.94-0.97°に集中しています。右は、ふたご群です。qが0.14-0.16°に集中しています。ペルセ群よりも集中部分の近くに重い物質も集中しているが離れた所にも散見している。このことからiと同様にふたご群の方が流星物質の広がりが少ないと思われます。しかし、タイプの広がりは、ふたご群が非常に大きい。これは、4つのタイプが混在しているためです。

流星スペクトルの得られたPer群とGem群のQ-qの比較

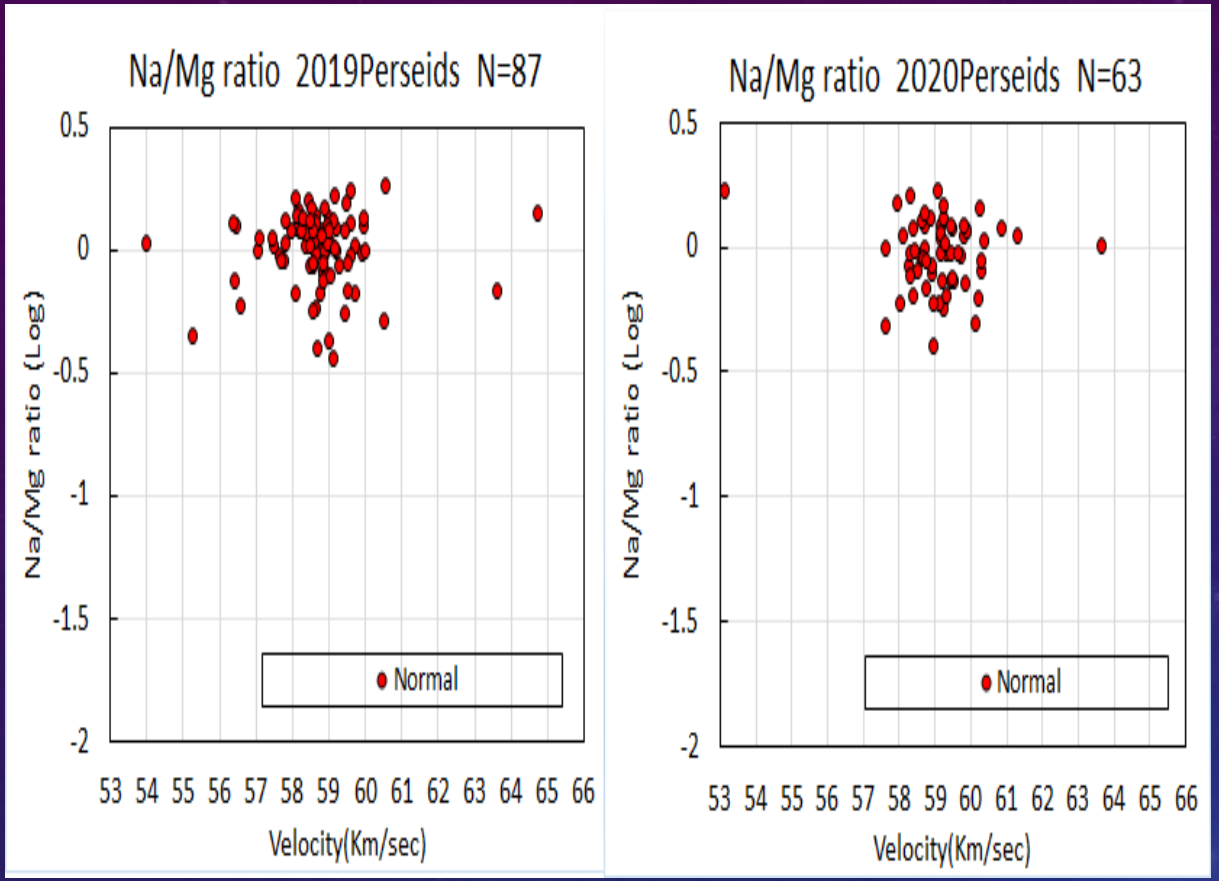


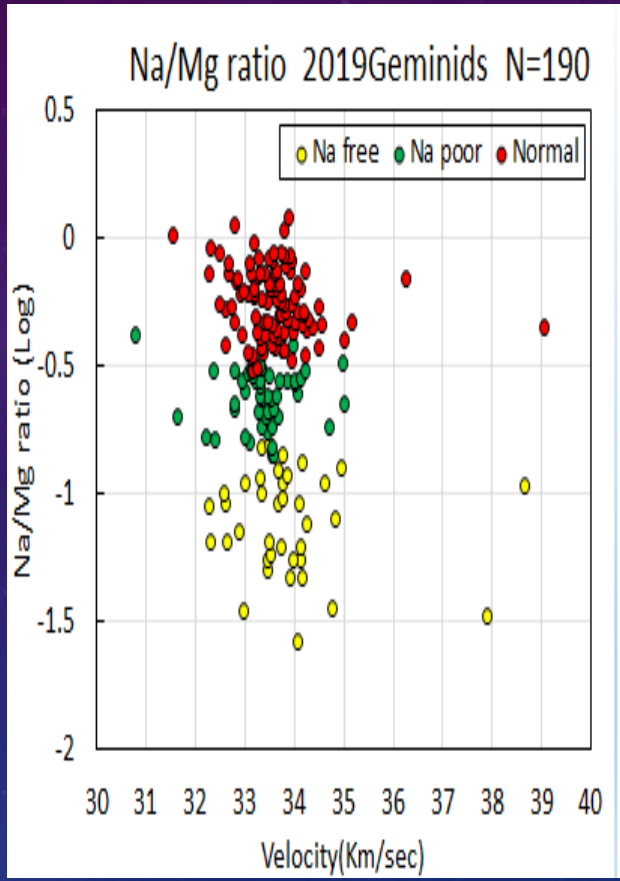


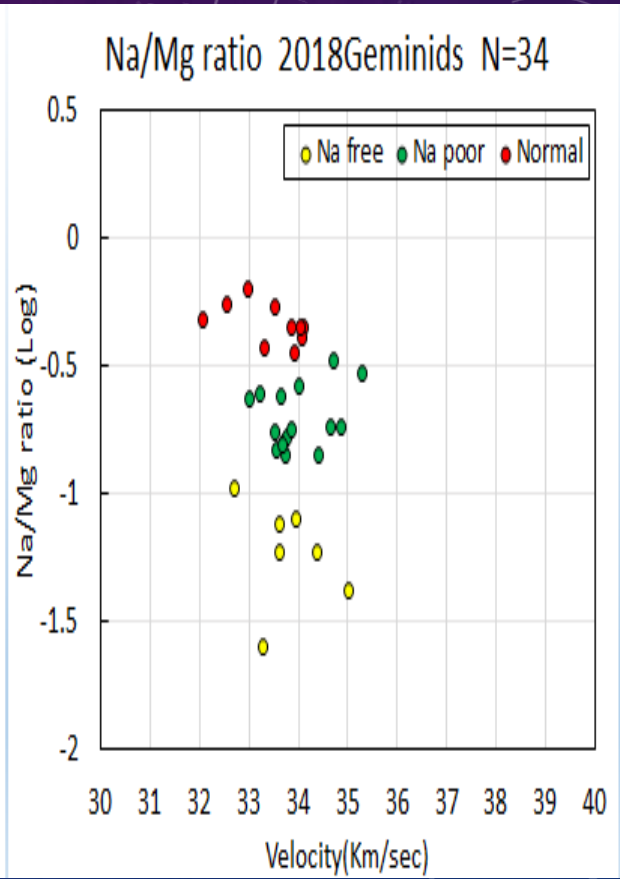


左は、ペルセ群です。どちらの年もqが0.93-0.97に集中しています。2019年は、0.92付近にも集中が見られます。2019年の方がばらつきが見られます。右は、ふたご群です。2018年は、ばらついていますが、2019年は、qが0.14-0.16°に集中しています。ペルセ群よりも集中部分の近くに重い物質も集中しているが離れた所にも散見している。このことからiと同様にふたご群の方が流星物質の広がりが少ないと思われます。また、速度による違いが見えるものと思われます。

流星スペクトルの得られたPer群とGem群のVg-Na/Magの比較

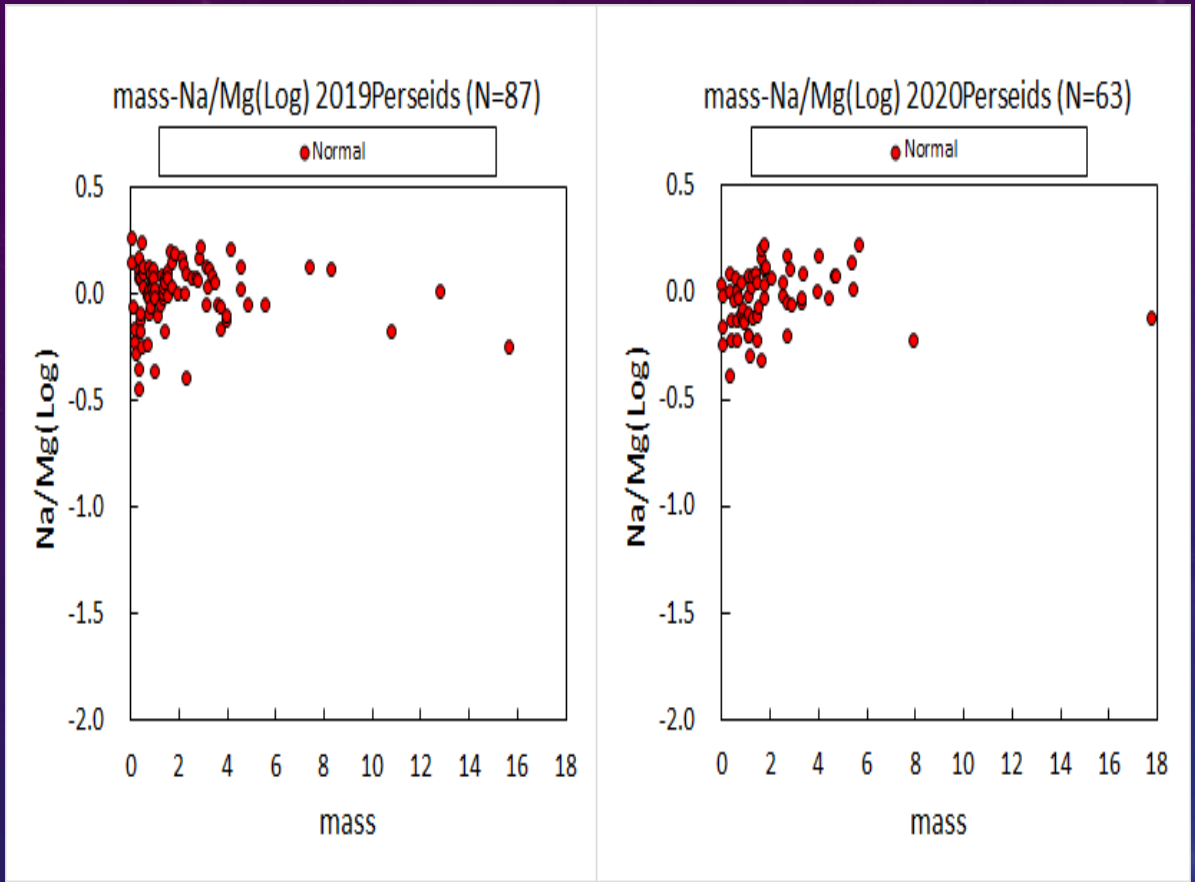


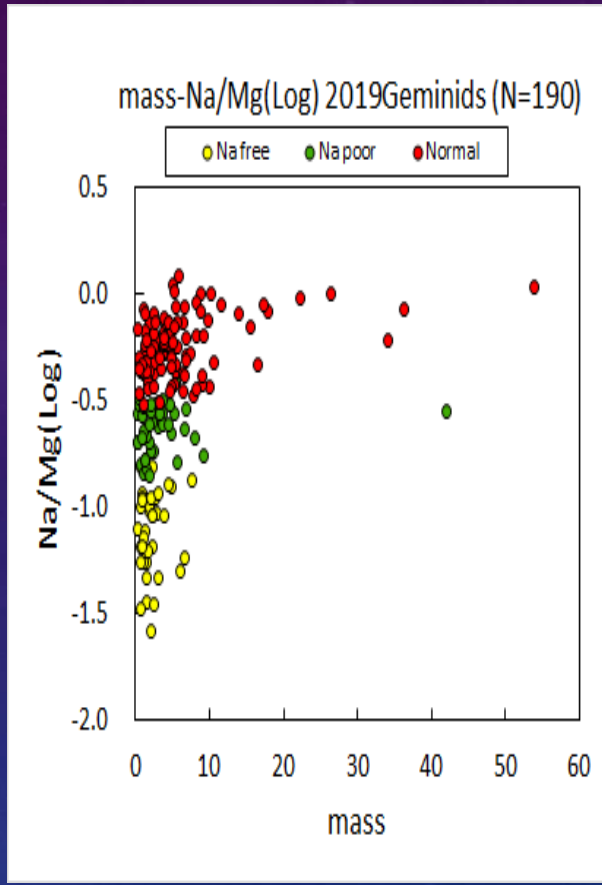


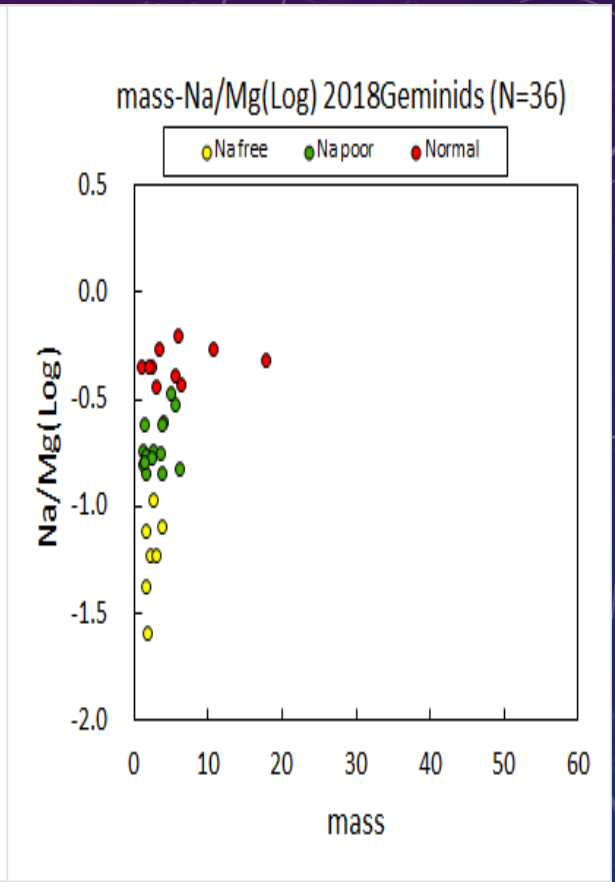


左のペルセ群です。Normalのみでは Fe poor判定はしていないです。2019年の方がやや集中している。Na/Mgの範囲は年によってあまり変わっていない。右は、ふたご群です。2019年は、カメラが増えたが、Normalの集中がよく一番多い。明らかに2018年よりも多いことがわかります。Na freeも多くなっています。明るいものが多かったことによると思われる。

流星スペクトルの得られたPer群とGem群のmass-Na/Mgの比較

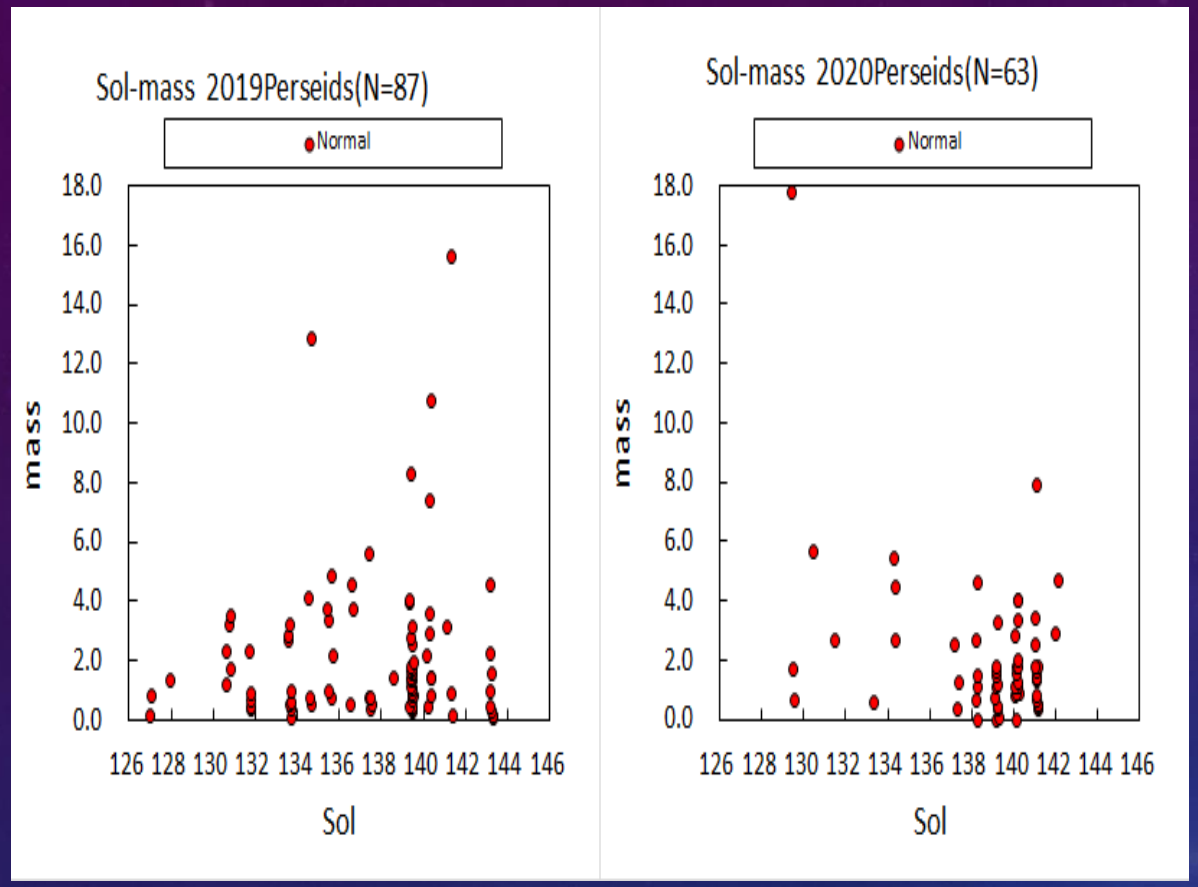






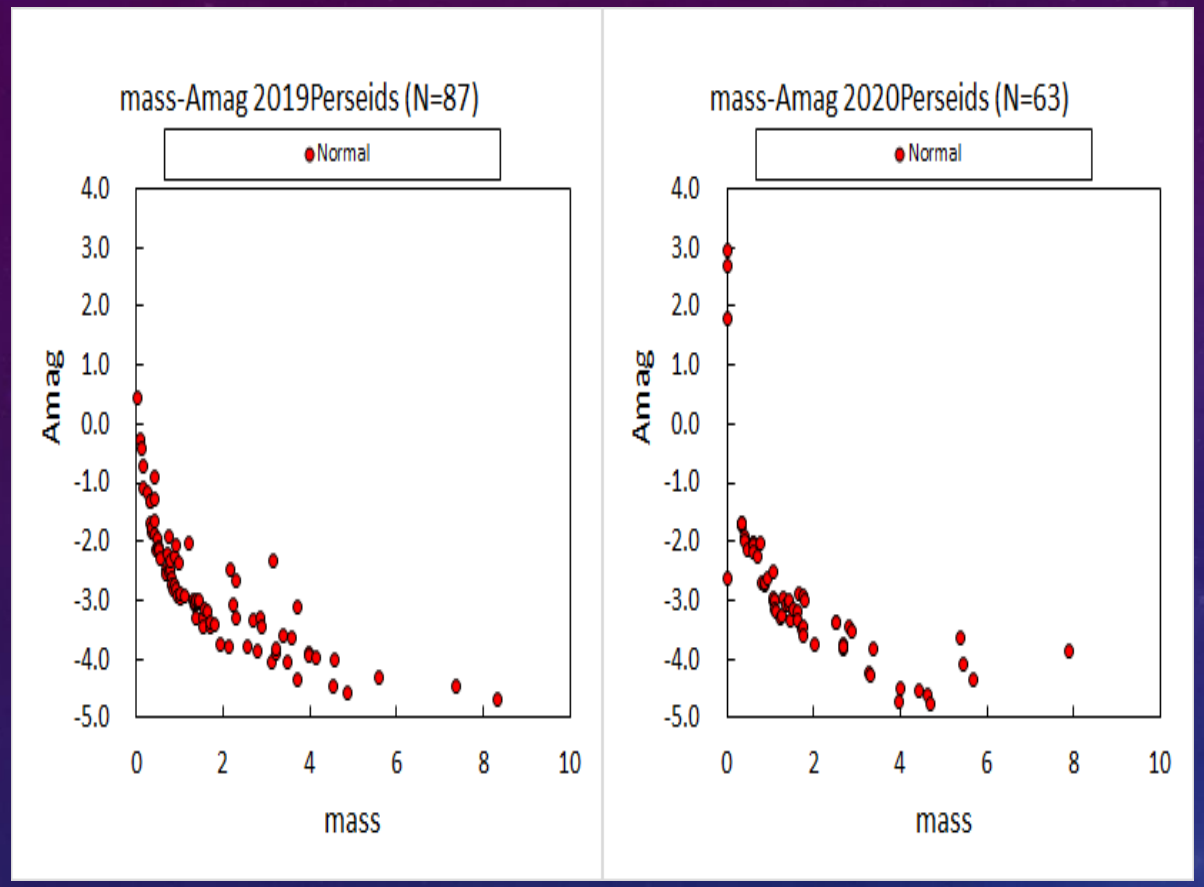
左のペルセ群です。2019年の方が質量の重いものがやや多かったようです。2019年には、2g付近がよく集中している。右は、ふたご群です。2019年は、カメラが増えたが、10g以上の重い物質が多いことがわかります。どちらの年も10g以下が多いことがわかります。

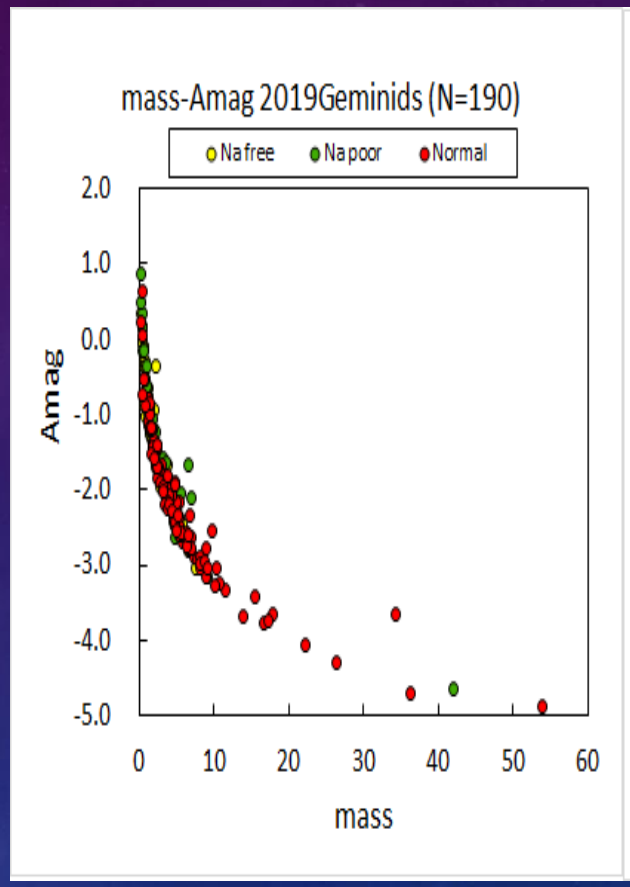
流星スペクトルの得られたPer群とGem群のSol-massの比較

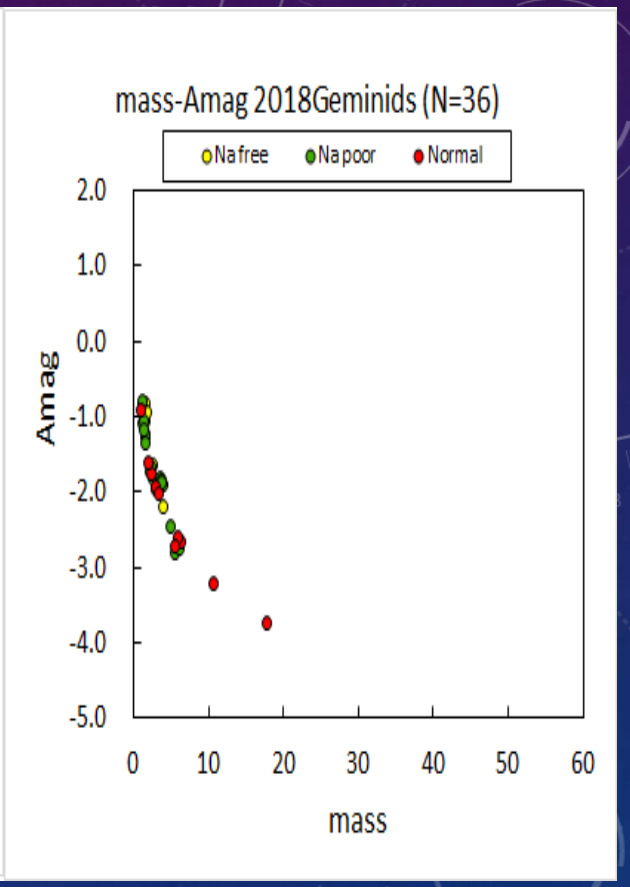


左のペルセ群です。2019年の方が広い範囲で多く撮影できています。また、質量の重いものがどちらの年も極大付近でやや多いです。右は、ふたご群です。こちらも質量の重いものがどちらの年も極大付近でやや多いです。2019年の方が極大付近にたくさん撮影できていました。極大から離れたSol 261.3より前では、Normalがありません。

流星スペクトルの得られたPer群とGem群のAmag-massの比較







左のペルセ群です。2019年の方がきれいに分布しています。2020年は、カラーがFHDになり暗い2等以下でも撮影できています。2019年よりも明るいものが多かったようです。右は、ふたご群です。2019年の方がきれいに分布しています。カメラが増えたが、-1から-3等のが多かったです。ペルセ群もふたご群もきれいな分布なっています。

流星スペクトルの解析のまとめ

- ８台のカメラの観測で、ほぼ２年で１６００個近くのスペクトルが得られました。今回のデータは、２０１８年１０月から２０２０年８月までを解析しました。解析結果を元に２０２０年５月までを中心に様々な関係図を作成し考察しました。
- 今回は、散在や主要群のしぶんぎ群とペルセ群とふたご群の三角比を比べました。また、他の主要流星群や小流星群と比較しました。やぎ群は、比較的集中が見られたが他の群は、広がりがありました。ペルセ群は、殆どノーマルタイプでした。みずがめ南群は、しぶんぎ群と似ていて４つのタイプに分かれていました。さらに、各月ごとに比べてみました。主要群の群ごとのタイプ別の割合も調べました。群による違いが見られました。
- 鉄流星の観測者ごとの違いや軌道比較から母天体候補を探しました。また、小流星群のいくつかの中からも母天体候補を探しました。母天体候補をいくつか見つけることができました。速度や軌道のばらつきで確定するのは難しいです。
- ペルセ群とふたご群の２年分の軌道要素等との関係の考察をしました。Na/Mgの比率と速度の関係は、前回よりサンプルが増えましたが傾向は、あまり変わりませんでした。今回は、Vgでやりましたが殆ど変らなかったです。他の関係も年によって変わるものと変わらないものがありました。
- KB-TjとPE-Tjの関係も調べて見ました。タイプによって違いが見られました。

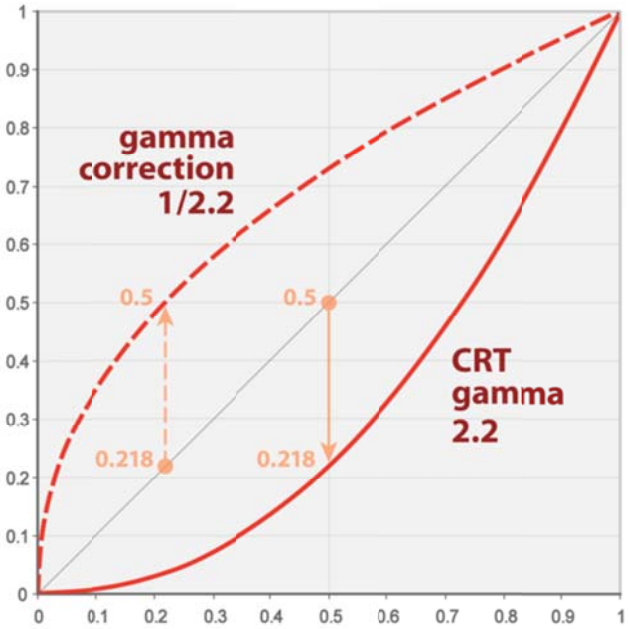
ソニーα7sのγ補正(永井和男)
ソニーのデジタル一眼レフカメラα7sのγ補正をITU709に設定して
UFO capture HD2が出力するBMPファイルを逆にγ補正して線形な感度に
戻す方法です。

ソニーα7sのγ補正

神奈川県　永井和男

ソニーのデジタル一眼レフカメラα7s のγ補正を ITU709 に設定して UFO capture HD2 が出力する BMP ファイルを逆にγ補正して線形な感度に戻す方法です。

γ補正とはブラウン管のテレビでは CRT のカソードに大きな容量があり、これをトランジスタでドライブすると入出力の関係がリニアにならず、この問題を解決するためにカメラの記録特性をテレビと逆な関数で補正して記録することでテレビで再生するとリニアなものに復調されるようにしました。



上図で CRT gamma 2.2 のラインがブラウン管テレビの入出力特性です。X 軸が入力信号です。0.5 の明るさの信号が入力されると 0.218 のレベルに下がって画面に写ります。そのため、カメラ側を 1/2.2 で補正して記録します。0.218 の明るさの信号が入力されたら 0.5 に変換して記録します。これを 2.2 で再生すると正しい入力信号のレベルになります。

$$V_{out} = V_{in}^{\gamma}$$

上式で指数γをガンマ値と言っています。(ここまで https://ja.wikipedia.org/wiki/ガンマ値より)

このような 1/γでガンマ補正された画像では流星の明るさや流星スペクトル画像から輝線の強度を正しく測れなくなります。ようするにγで逆に補正すれば正しく測定されることになります。WATEC のカメラはγを off に出来ますがα7s はどうでしょうか？

ガンマ補正には規格が幾つかあります。また、α7s はピクチャープロファイルの設定で様々な補正を選択できます。

ソニーのカメラのピクチャープロファイルは web 取扱説明書のクリエイターズヘルプガイドに記述があり、ガンマ補正や黒レベル補正などを細かく設定する説明があります。

https://helpguide.sony.net/di/pp/v1/ja/contents/TP0000847999.html

設定は静止画と動画で同じ設定が使用されるそうです。静止画と動画を別な設定で撮影したい場合は、その都度、設定を変えて撮影することになります。

α7s を流星の TV 観測に使う場合、HDMI 出力をキャプチャーして動体検出します。PC 側は UFO capture HD2 を使います。このシステムでレンズ前には回折格子を付けると流星スペクトル観測が出来ます。

ピクチャープロファイルを見ると明らかな ITU 規格は ITU709 だけの様です。そこで、ITU709 の設定と、これ以外に映像シーンによって動的な補正（たとえば黒レベル補正など）が掛からないような設定を考察しました。

ブラックレベル	0で補正なし
ガンマ	ITU709
ブラックガンマ	0でブラックガンマなし
ニー	マニアル、ポイント100%、スロープ0 ＞ これで補正なし
カラーモード	ITU709マトリクス
彩度	0で補正なし
色相	0で補正なし
色の深さ	(R,G,B,C,M,Y)すべて0で補正なし
ディテール	レベル0で補正なし

上記の設定と 「HDR を OFF」 で ITU709 で記録されます。この設定で UFO capture HD2 が出力する BMP ファイルを ITU709 の逆γ補正する事で線形な感度に戻すことが出来ます。（jpeg ファイルも出力されますが jpeg は圧縮画像ですので振幅を議論するような科学的測定にはお勧め出来ないです）

下の画像は ITU709 の設定で UFO capture HD2 が出力した BMP ファイルです。

下の画像は ITU709 規格でγを逆補正したものです。これが正しい明るさ情報を持って画像となります。これならば流星の明るさも正しく評価できます。

ここでこの逆補正をするプログラムを紹介します。 プログラムは下記の URL からダウンロード出来ます。

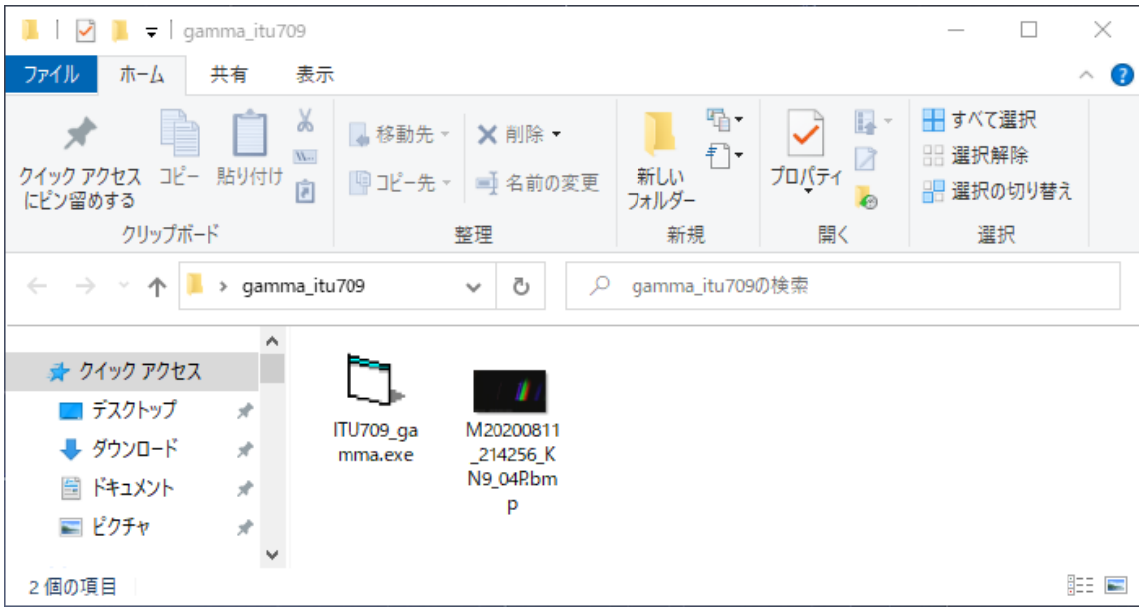
http://binary.cocolog-nifty.com/blog/files/gamma_itu709.zip

ダウンロードしましたら解凍すると ITU709_gamma.exe が得られます。これが補正

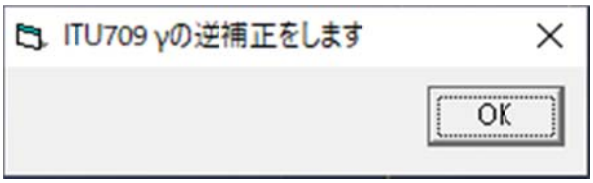
プログラムです。プログラムは Visual Basic Ver.5.0 で作りましたので VB5 のランタイムライブラリが必要です。PC にインストールされていない場合は下記などの URL からダウンロードしてインストールします。

https://www.vector.co.jp/soft/win95/util/se081909.html

使い方は　ITU709_gamma.exe　と HD 画像の BMP ファイルを任意のフォルダーに置きます。BMP ファイルは何個置いても構いませんが、フォルダー内のすべての BMP ファイルを補正しますので、補正したくない BMP ファイルは置かないようにします。



準備が出来たら ITU709_gamma.exe をダブルクリックして実行します。



OK ボタンを押すとフォルダー内の BMP ファイルを ITU709 規格で補正します。

ファイル名が　gamma_　で始まるファイルが補正された画像です。

鉄流星の温度測定(永井和男)

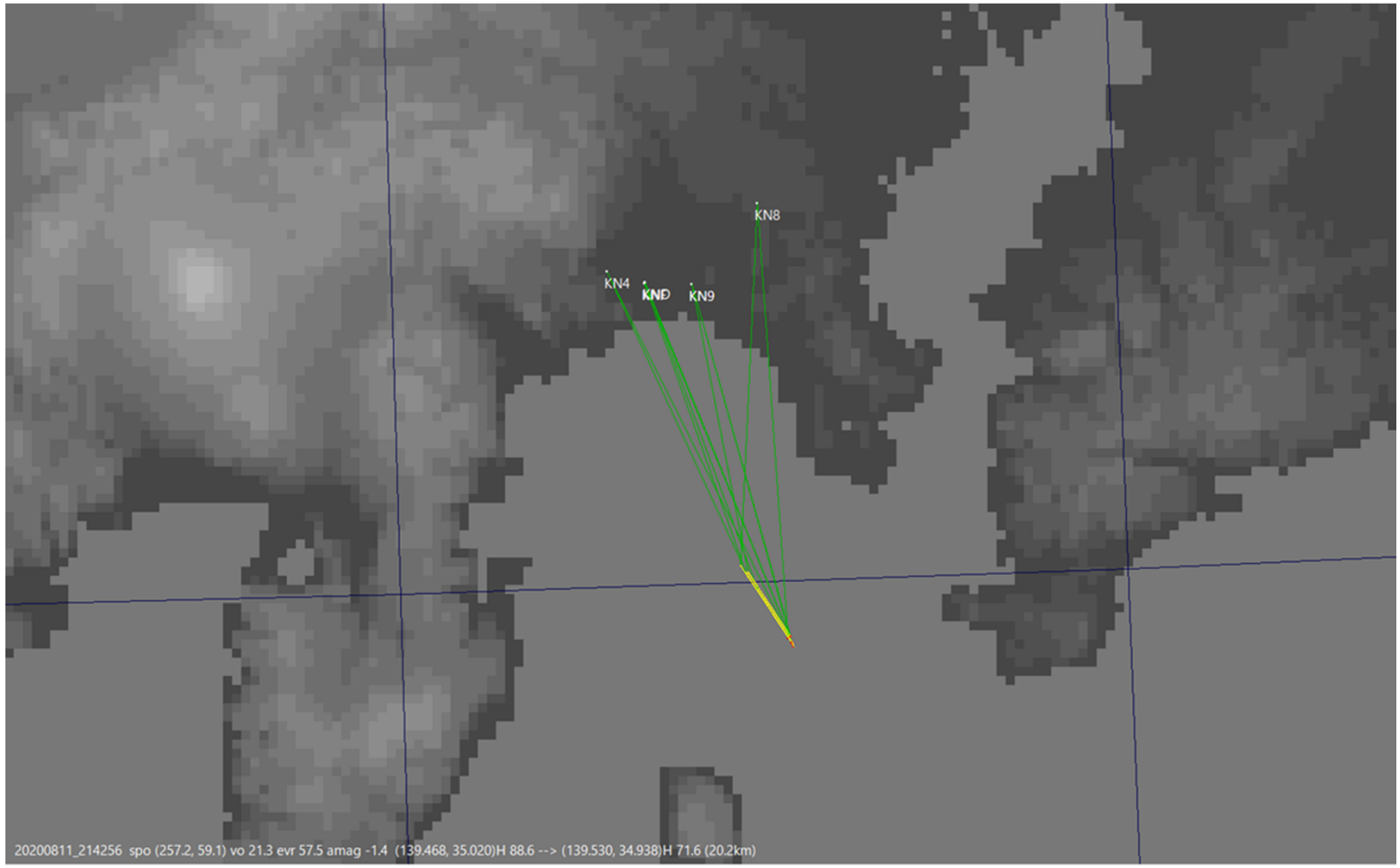
　昨年の給付金でα7sが買えましたのでハイビジョンで分光が出来るようになりました。分散は増えたことで輝線の分解能が増えました。これによって鉄輝線の各強度が測れるようになりました。昨年(2020年)の8月11日に鉄流星のスペクトルが取得出来ましたので試しに温度測定を行いました。3060K程度となりました。

鉄流星の温度測定

2020年8月11日に撮影出来た鉄流星のハイビジョン分光画像から流星プラズマの実効励起温度を測定してみましたので報告します

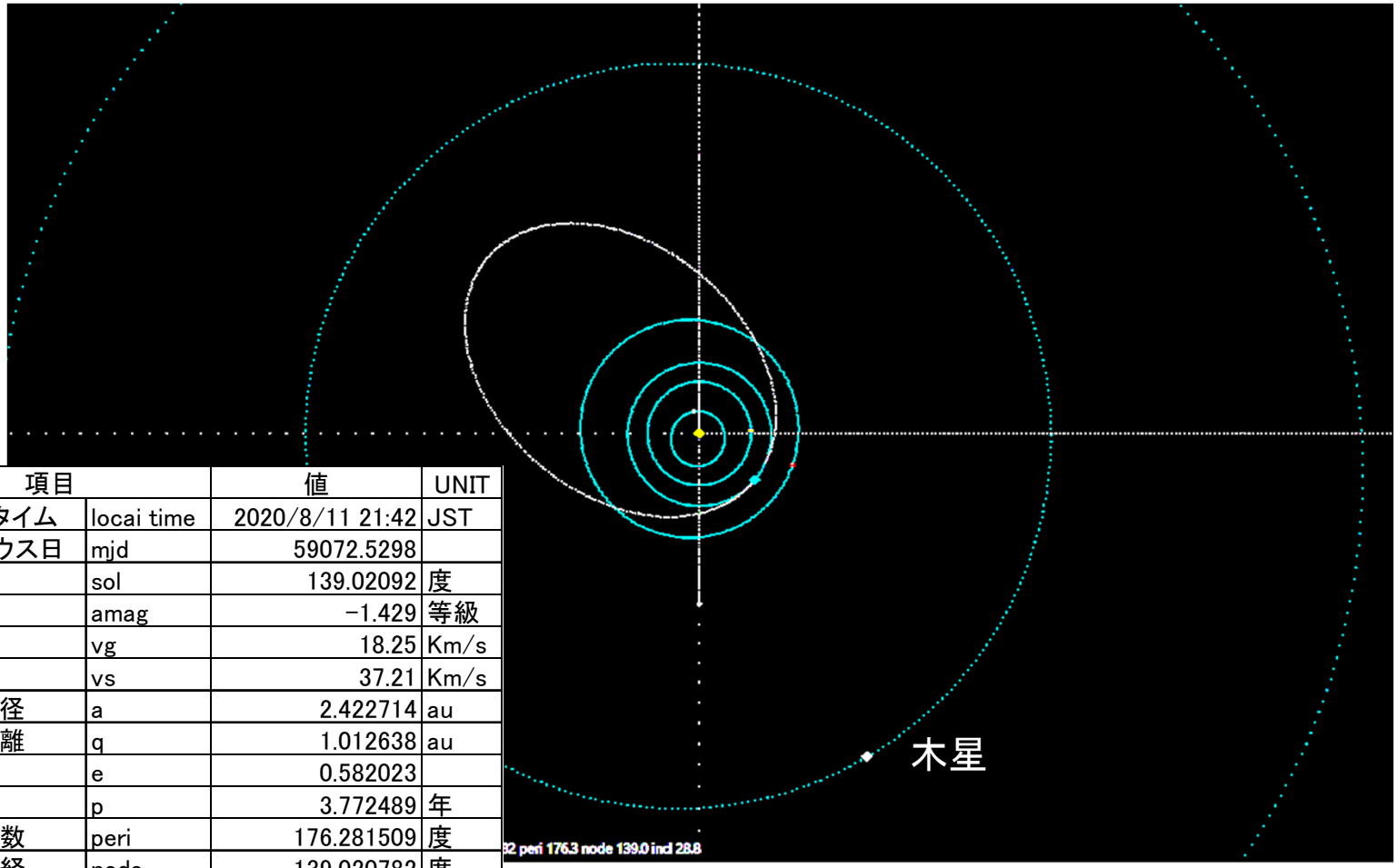
2021/4/5 平塚市博物館流星分科会 永井和男

TV観測



- 流星は相模湾上空に出現しました
- 観測はKN4(平塚市：秋山),KN8(横浜市：鈴木),KN9(茅ヶ崎市：永井),KND(平塚市：横関)の4名
- KN9はSonotaCo netに報告しています

日心軌道ほか



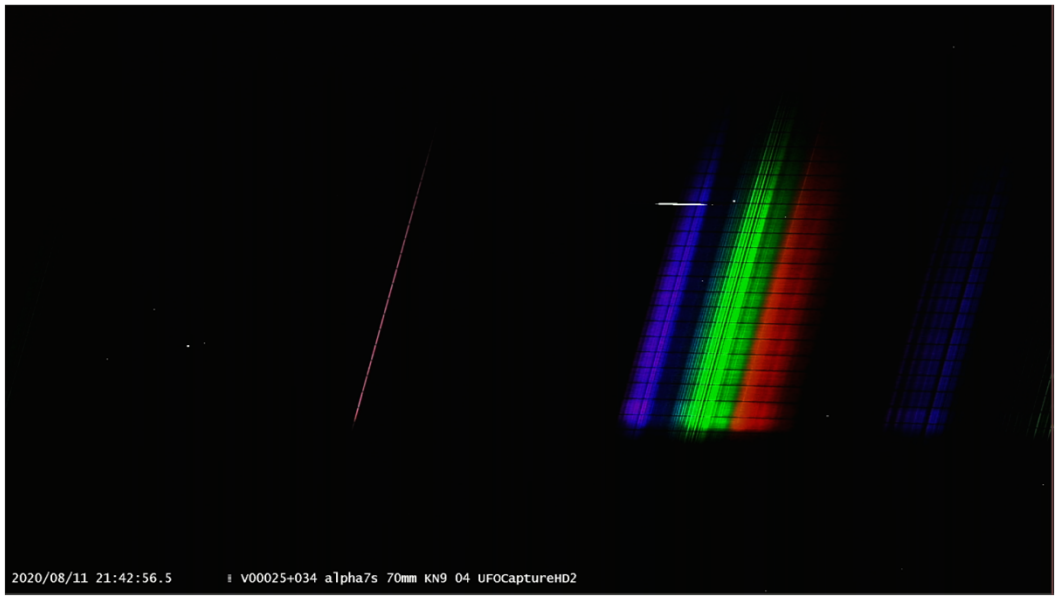
項目		値	UNIT
ローカルタイム	locai time	2020/8/11 21:42	JST
修正ユリウス日	mjd	59072.5298	
太陽黄経	sol	139.02092	度
絶対等級	amag	−1.429	等級
地心速度	vg	18.25	Km/s
日心速度	vs	37.21	Km/s
軌道長半径	a	2.422714	au
近日点距離	q	1.012638	au
離心率	e	0.582023	
周期	p	3.772489	年
近日点引数	peri	176.281509	度
昇交点黄経	node	139.020782	度
軌道傾斜角	incl	28.821266	度
流星群名	stream	spo	
継続時間	dur	0.934	秒
始点高度	H1	88.632965	Km
終点高度	H2	71.617805	Km

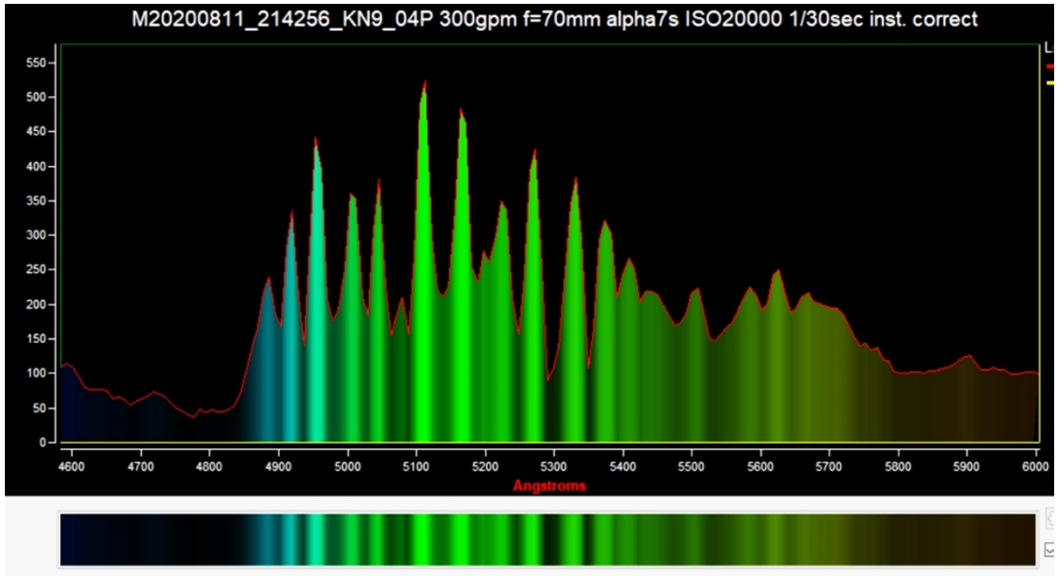
- UFO orbitにて解析しました
- メインベルト由来の天体のようです

分光観測

- 昨年の給付金10万円でソニーα7sとレンズを購入しました
- 回折格子は手持ちのエドモンドのブレーズド回折格子(50x50mm 300本/mm)を使用しました
- USBキャプチャーはEZCAP261にしました
- 上記の他にUFO capture HDを購入しました

分光解析

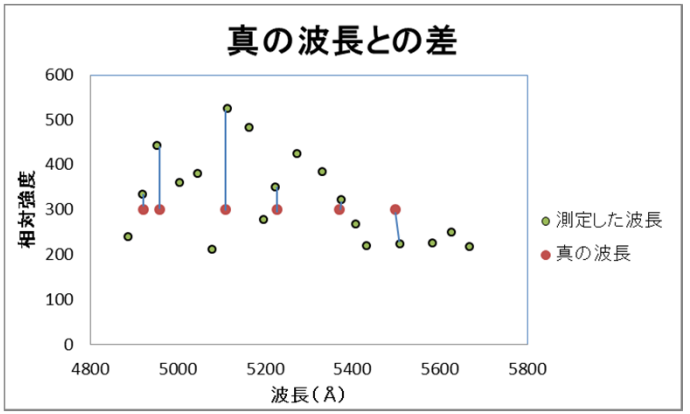




- 2020年8月11日21時42分57秒の分光画像です。ガンマ補正を逆に補正してリニアな感度の画像にしてあります
- 補正方法は下記を参照願います
  http://msswg.net/mssonline/MSS19-spectrum-20210307-Nagai-gammaHOSEI.pdf
- これを波長校正・分光感度補正してRspecで解析しました（下図）
- 解析後のグラフから各輝線の波長と相対強度を抽出しました

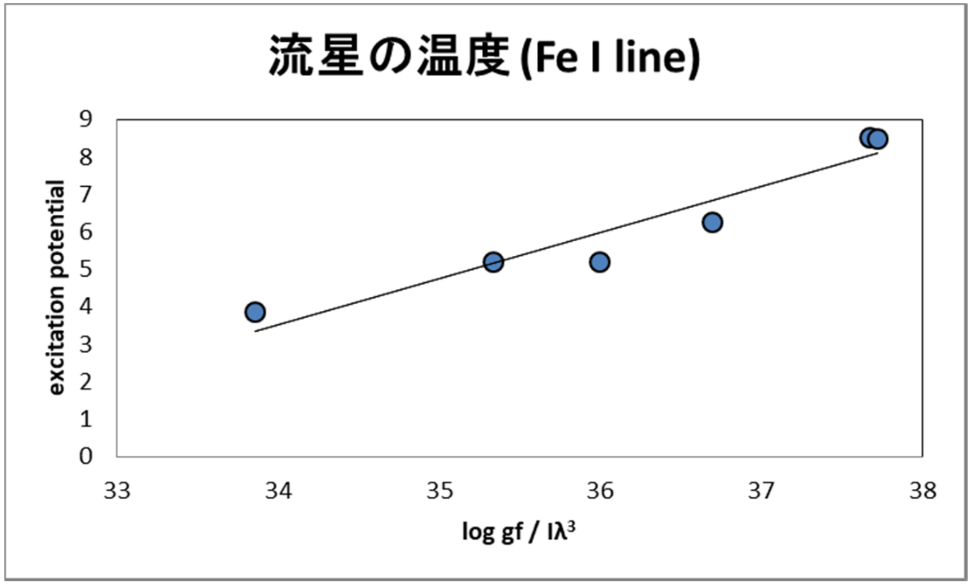
Intensities of Fe I Lines

ID number	真の波長(Å)	測定波長(Å)	Relative intensity	誤差(Å)	log(gf)	excitation potential($x10^{-12}$erg)	log(gf/Iλ^3)
		4886.21	239.35				
18	4921	4919.85	334.82	1.15	−0.09	8.54	37.67
19	4958	4953.49	443.01	4.51	0.26	8.48	37.72
		5003.95	360.97				
		5046.00	381.21				
		5079.64	210.96				
22	5110	5113.28	524.17	−3.28	−3.34	3.86	33.86
		5163.74	483.68				
		5197.38	277.46				
24	5227	5222.61	349.41	4.39	−0.84	6.26	36.70
		5273.07	424.45				
		5331.94	384.22				
27	5371	5373.99	323.16	−2.99	−1.54	5.21	35.99
		5407.63	267.10				
		5432.86	219.44				
31	5498	5508.55	224.20	−10.55	−2.49	5.21	35.34
		5584.24	225.11				
		5626.29	250.34				
		5668.34	217.71				



- 多数の輝線が測定出来ました
- 分光器の波長分解能は約8.4Åでした
- 波長測定の誤差は±5.7Åでした
- その中の6つのFe Iのlog(gf/Iλ^3)を求めました

励起温度



$$\chi = kT \log (gf / I\lambda^3) + C \quad \cdots\cdots \quad (4-36)$$

T：絶対温度　　　C：定数

k：ボルツマン定数

- グラフの傾きlogB(Te）は1.226となりました
- 式4-36より温度は3058±267Kでした
- 今後はサンプルを増やして温度と光度・速度・継続時間・高度などの相関の有無を調べたいと思います

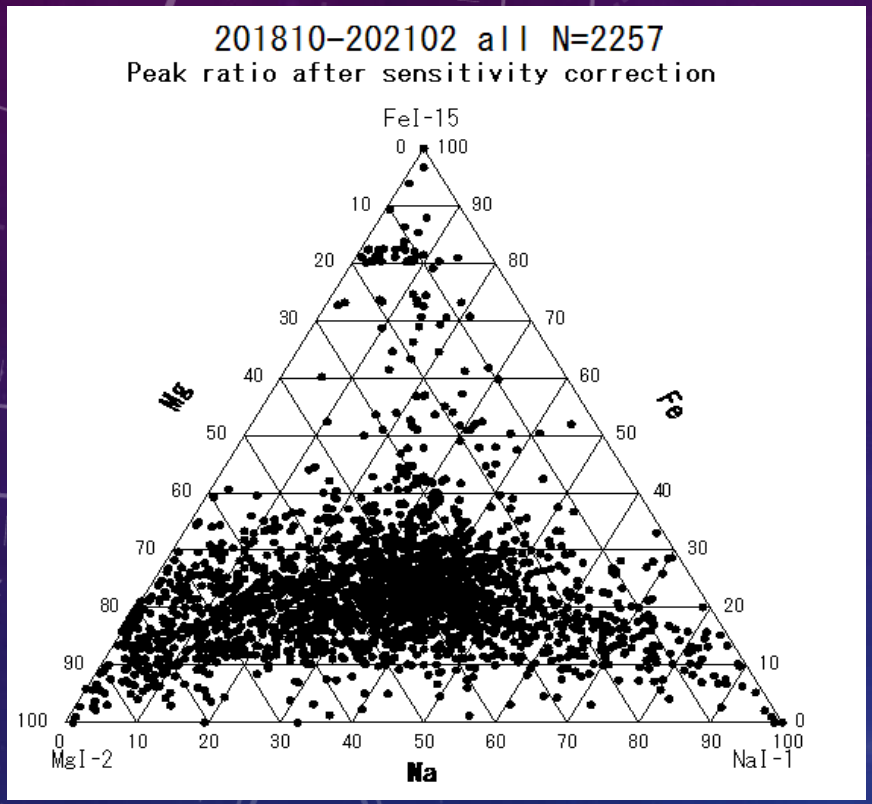
- Ref.
  - ANALYSIS OF THE SPECTRA OF LEONID METEORS, Ko Nagasawa, 19/Jan/1978
  - アストラルシリーズ3 流星Ⅱ, 斎藤・長沢, 恒星社厚生閣

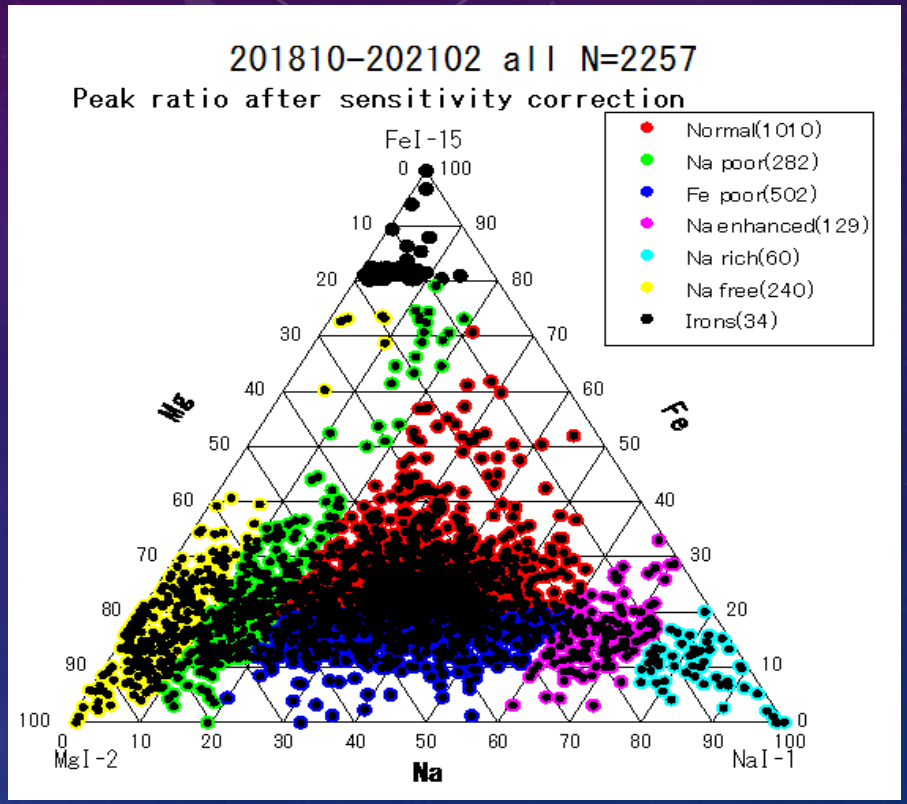
2018年10月から2021年2月までのスペクトル解析結果と考察(関口孝志)

８台のカメラの観測で、ほぼ２年４か月で２２５７個のスペクトルが得られました。７つのタイプが殆ど得られました。Feが５０-８０%になっているタイプが４６個得られました。ふたご群の年とカメラによる三角比やタイプ別の割合を比べました。群による年やカメラによって違いが見られました。２０２１年４月の鉄流星の光度変化や軌道比較から母天体候補を探しました。４月３日の火球の励起温度は、約２９６０度となりました。２０２０年１２月下旬から２０２１年１月初めに似た軌道があり、調べた結果、１月から２月のμ-Ori群とIw_JNO群と関連があり初期活動をとらえたと言えそうです。

流星物理セミナー資料　20210702　関口

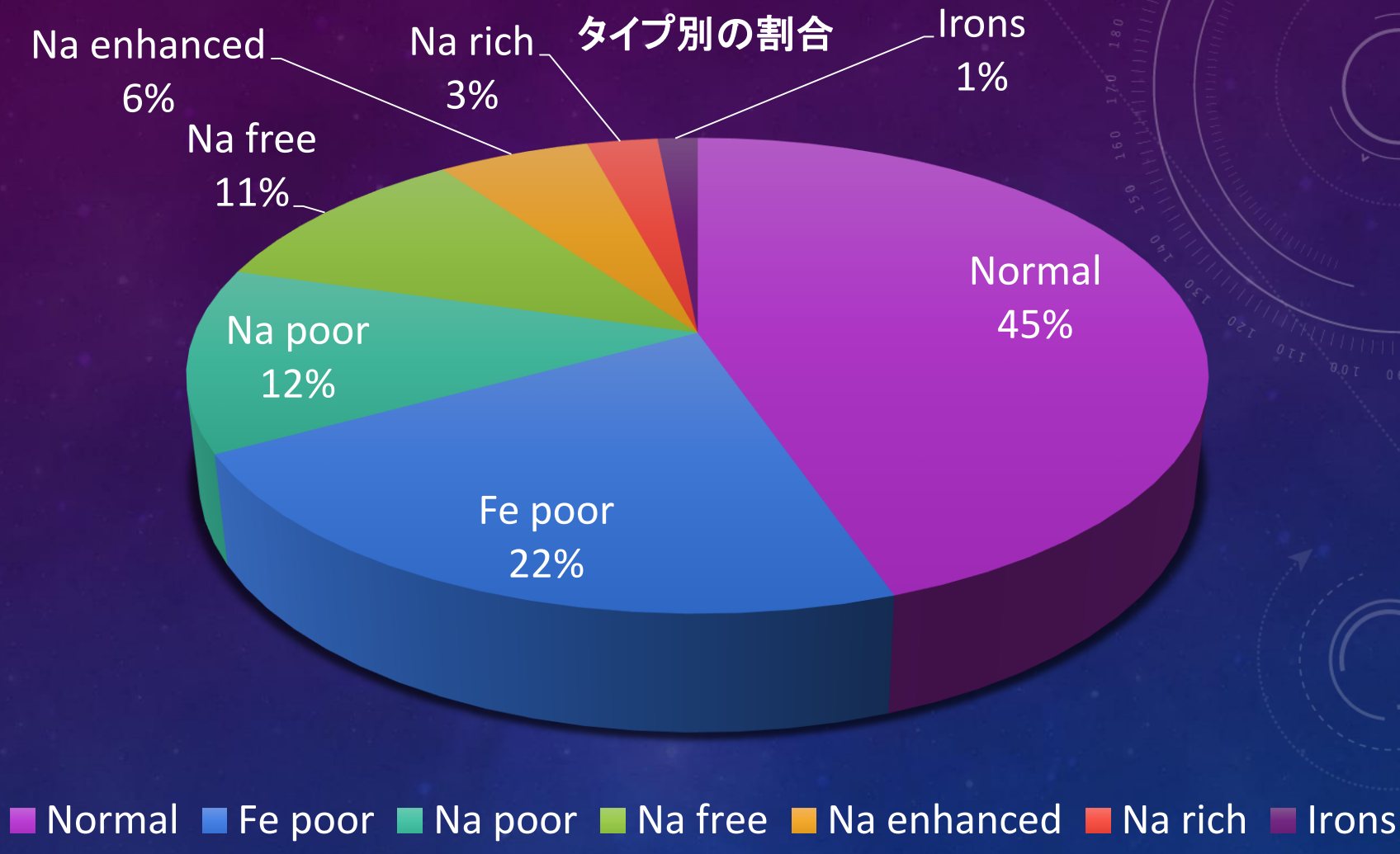
2018年10月から2021年2月のスペクトル解析結果と考察





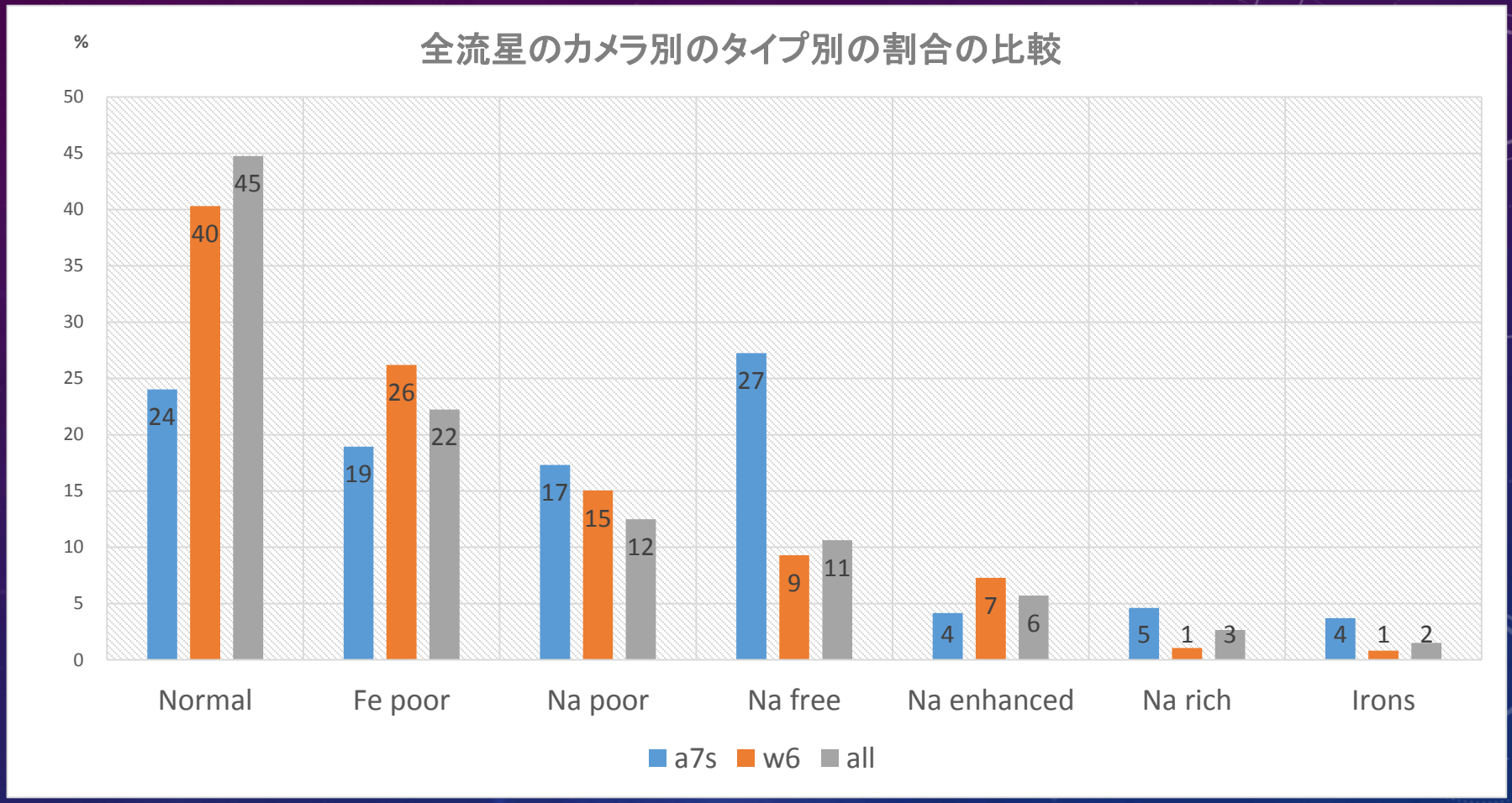
2018年10月から2020年8月までと2021年2月までの一部のスペクトル解析結果の2257個です。カメラ8台の感度補正までのピーク比です。左が2021年2月までの一部の三角図です。右がタイプ別の三角図です。どちらも中央部分に集中が見られます。Feが50-80%になっているタイプが46個ありました。ほぼ全てのタイプのスペクトルが撮影されています。Na rich(60)とIrons(34)が少ないです。

流星スペクトルの得られたタイプ別の割合



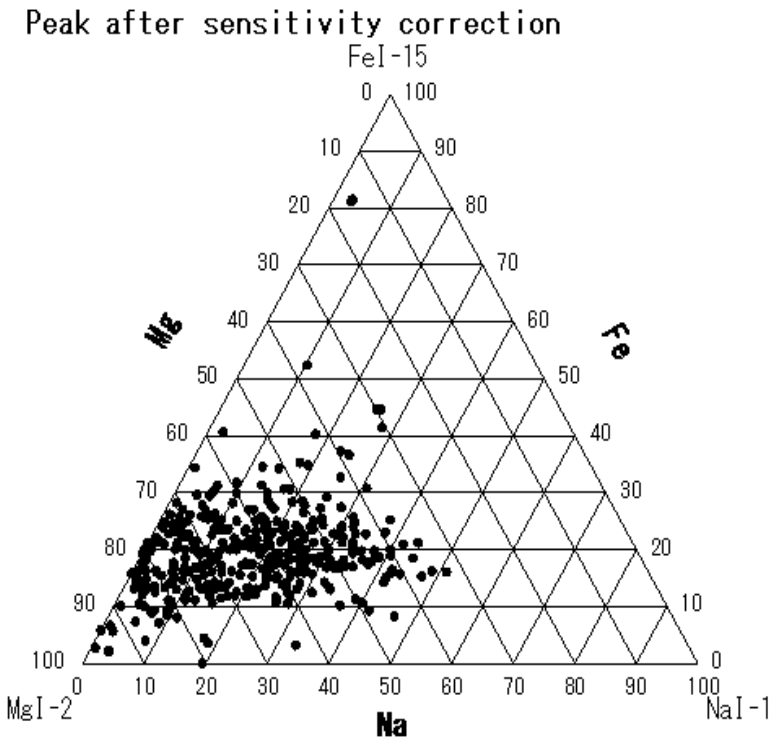
2257個の全流星のスペクトルのタイプ別の割合です。Nomalが45%と一番多かったです。次にFe poorでこの2つで約3/4になります。Na richとIronsは、合わせても全体の4%しかありませんでした。 第3回スペクトル研究会の資料の時と殆ど変っていません。

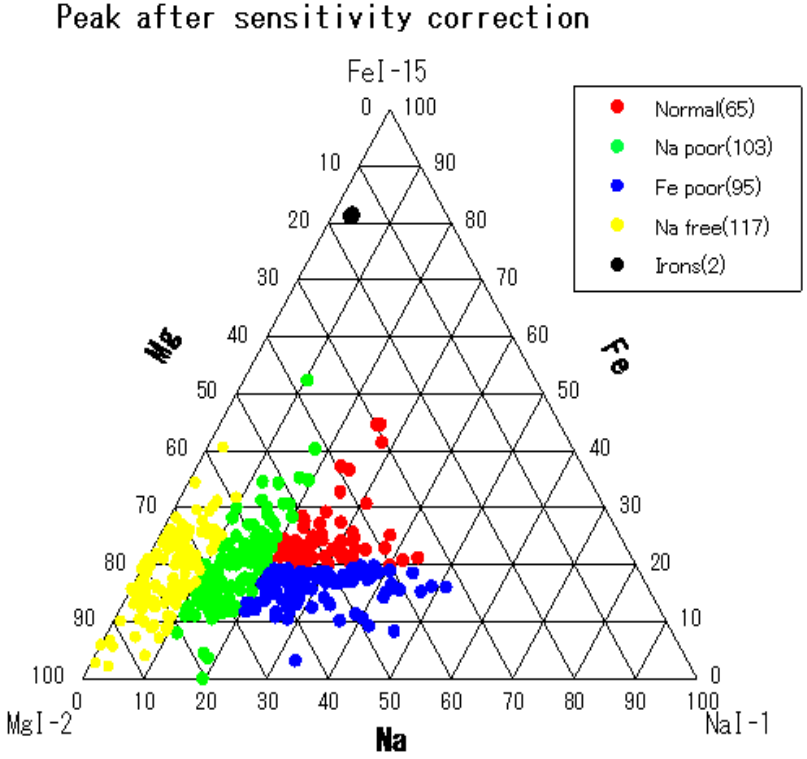
流星スペクトルの得られたカメラ別のタイプ別の割合



全流星2257個のスペクトルのカメラ別のタイプ別の割合です。a7SのみとW6のみと全体で比べました。W6と全体は、Nomalが一番多かったですが。a7Sのみは、Na freeが多かったです。次に　Fe poorとこの2つで約半分以上になりました。Na richとIronsは、第3回スペクトル研究会の資料の時と変っていなくて少ないです。Na freeは、ふたご群の影響があると思います。a7Sのみだけ暗いものを撮影したためと思われます。詳しくは、あとのスライドにあります。

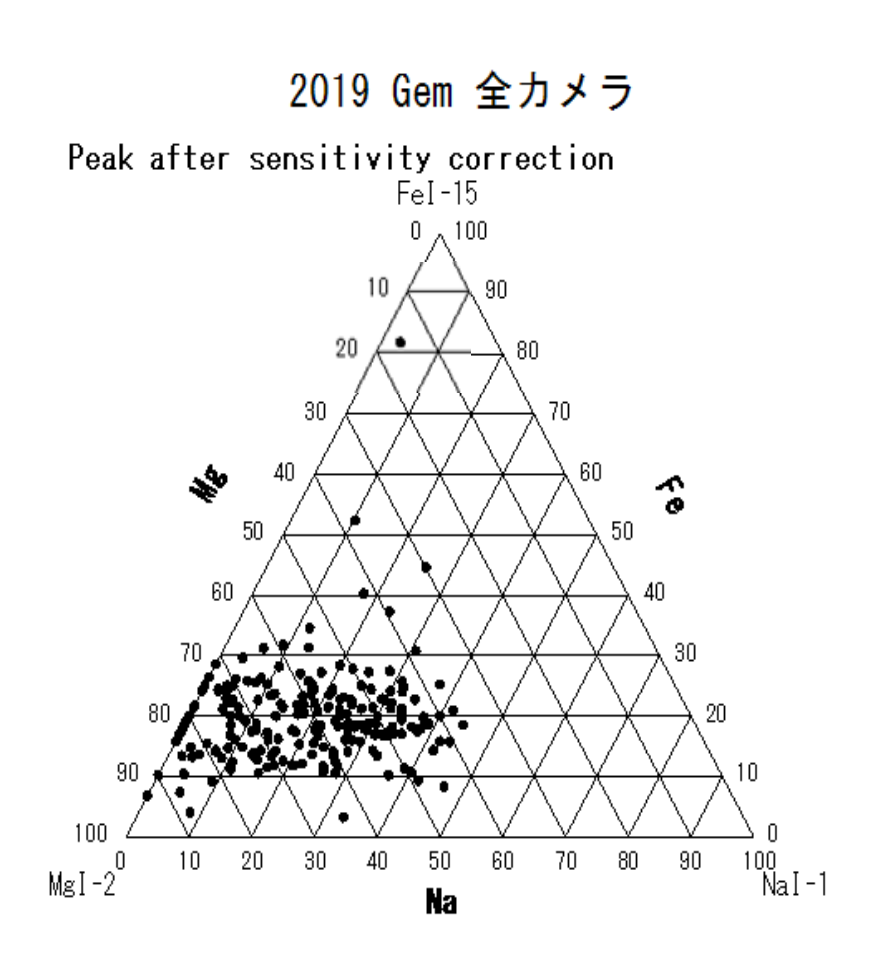
流星スペクトルの得られた全Gem群の三角比

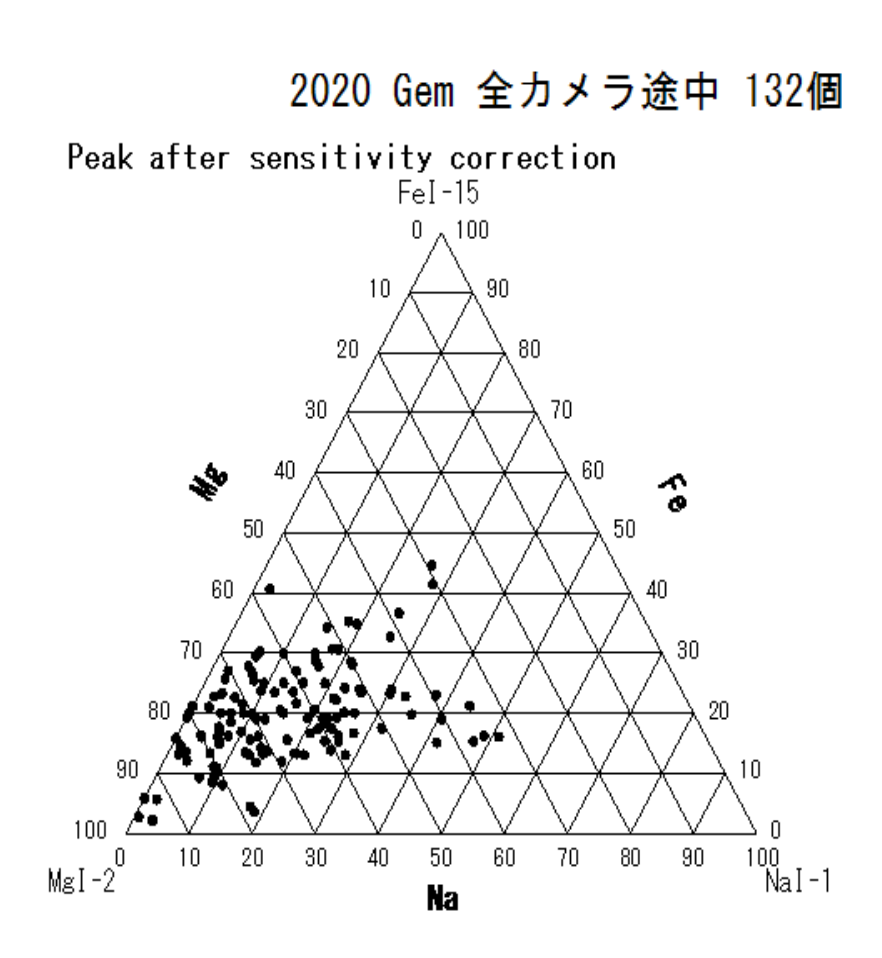




左は、2018年-2020年のふたご群の全流星382個のスペクトルの三角図の結果です。三角図の中央から左側によっています。Naの割合が0-40%に集中が見られます。また、鉄の割合は、10-30%に集中しています。右は、タイプ別の結果です。4つのタイプが大体同じですが、Na poor とNa Freeがやや多くなっています。

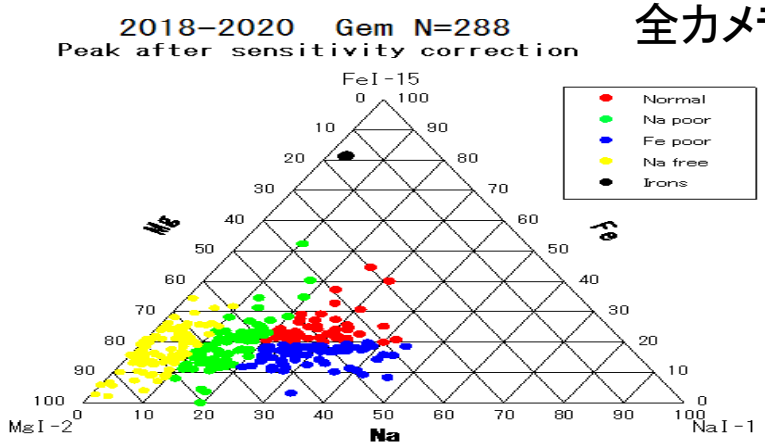
流星スペクトルの得られたGem群の年別の三角比

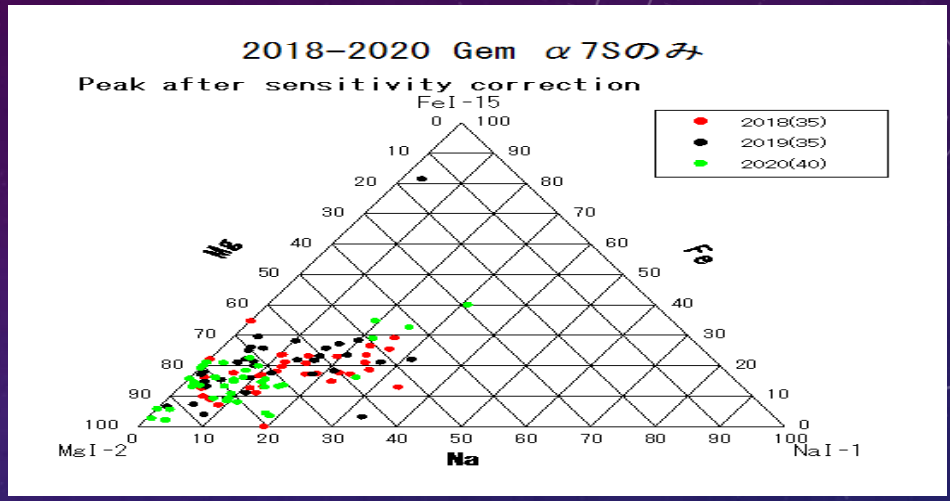


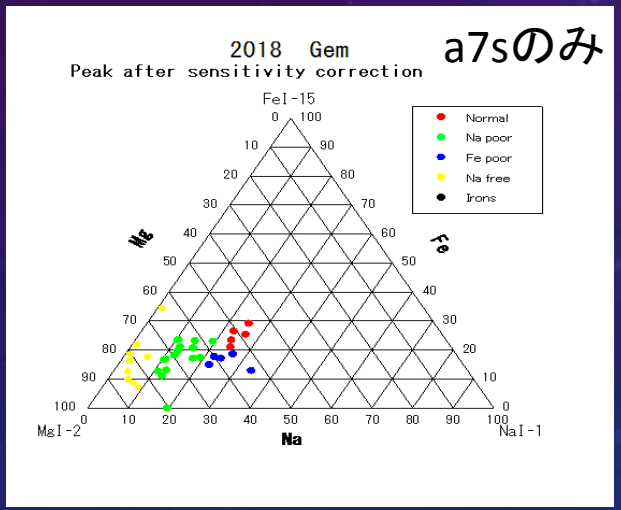


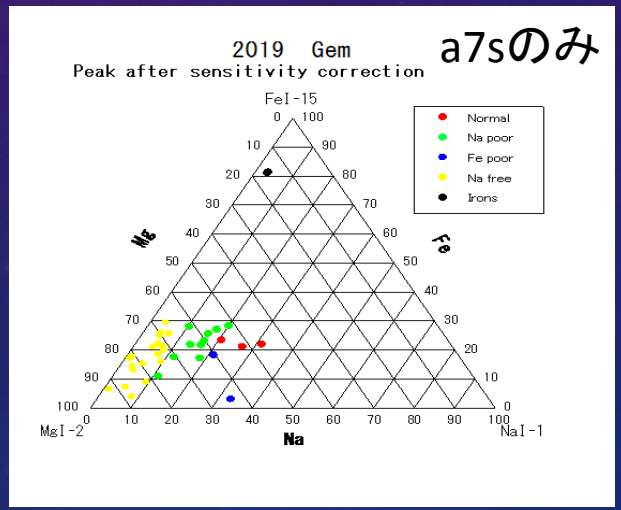
左は、2019年の全カメラによるふたご群のスペクトルの結果です。極大付近の明るいものが焦点距離の短いレンズでたくさん撮影され、Naの20-40%に集中が見られます。
右は、2020年の全カメラの一部によるスペクトルの結果です。2020年の方は、Naの割合が30-40%の集中が見られません。年によって分布の違いが見られます

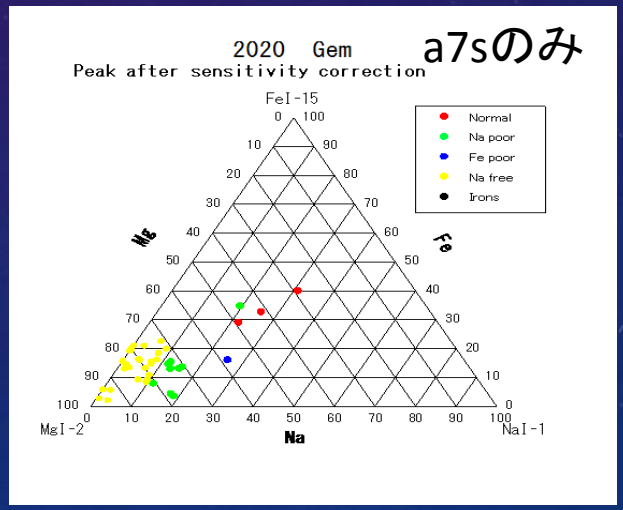
流星スペクトルの得られたGem群のタイプ別の三角比





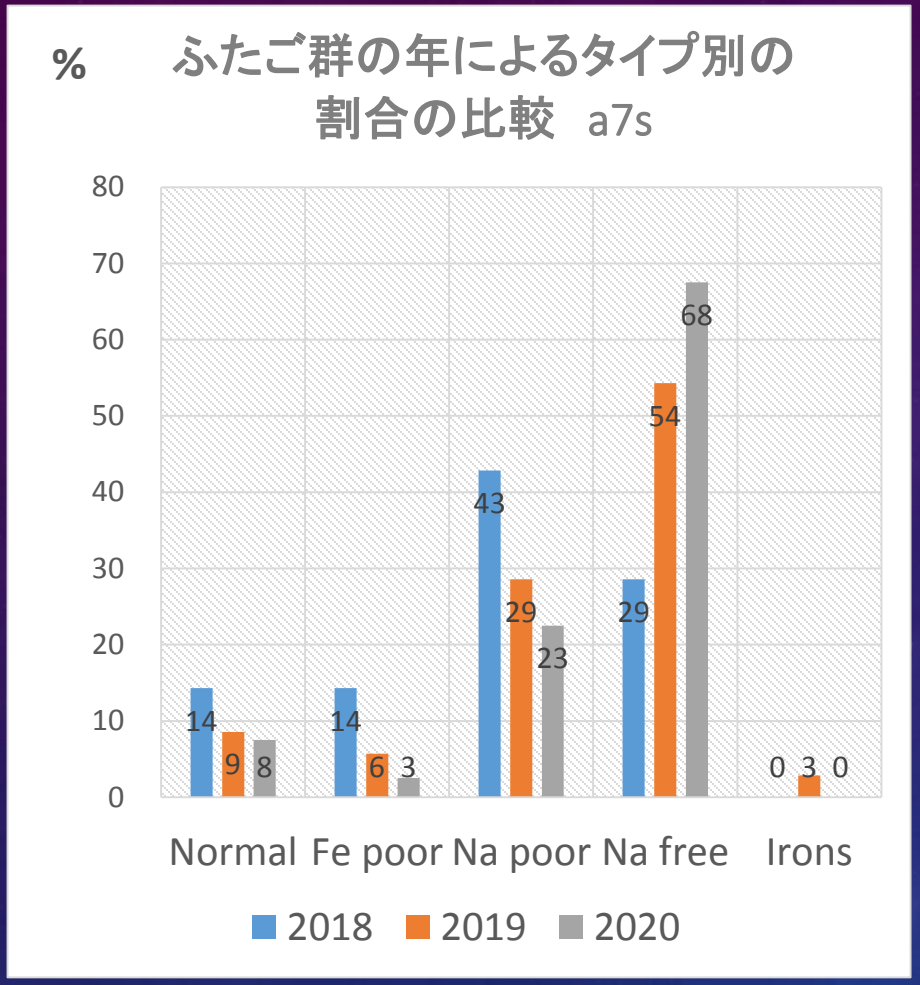


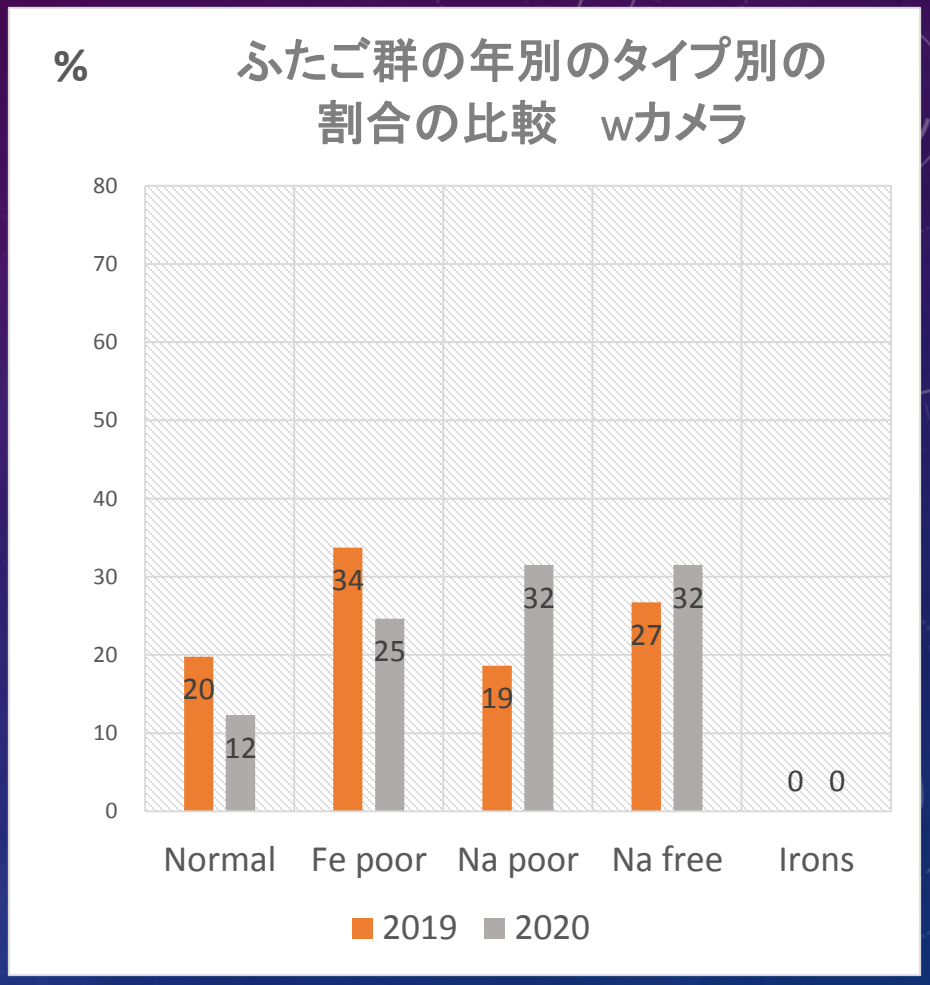




上の左はカメラのタイプ別三角図です。上の右は、a7sの50mmレンズのみのふたご群全部のタイプ別の三角比です。2018年は、赤点。2019年は、黒点。2020年は、緑点です。年によって分布の違いが見られます。下は、それぞれの年に分けたものです。違いが見られます。Nomalは、少なく、Na free とNa poorが年によってばらつきが見られます。2018年は、Na poorがやや多かったですが、2019年と2020年は、Na Freeの方が多いです。

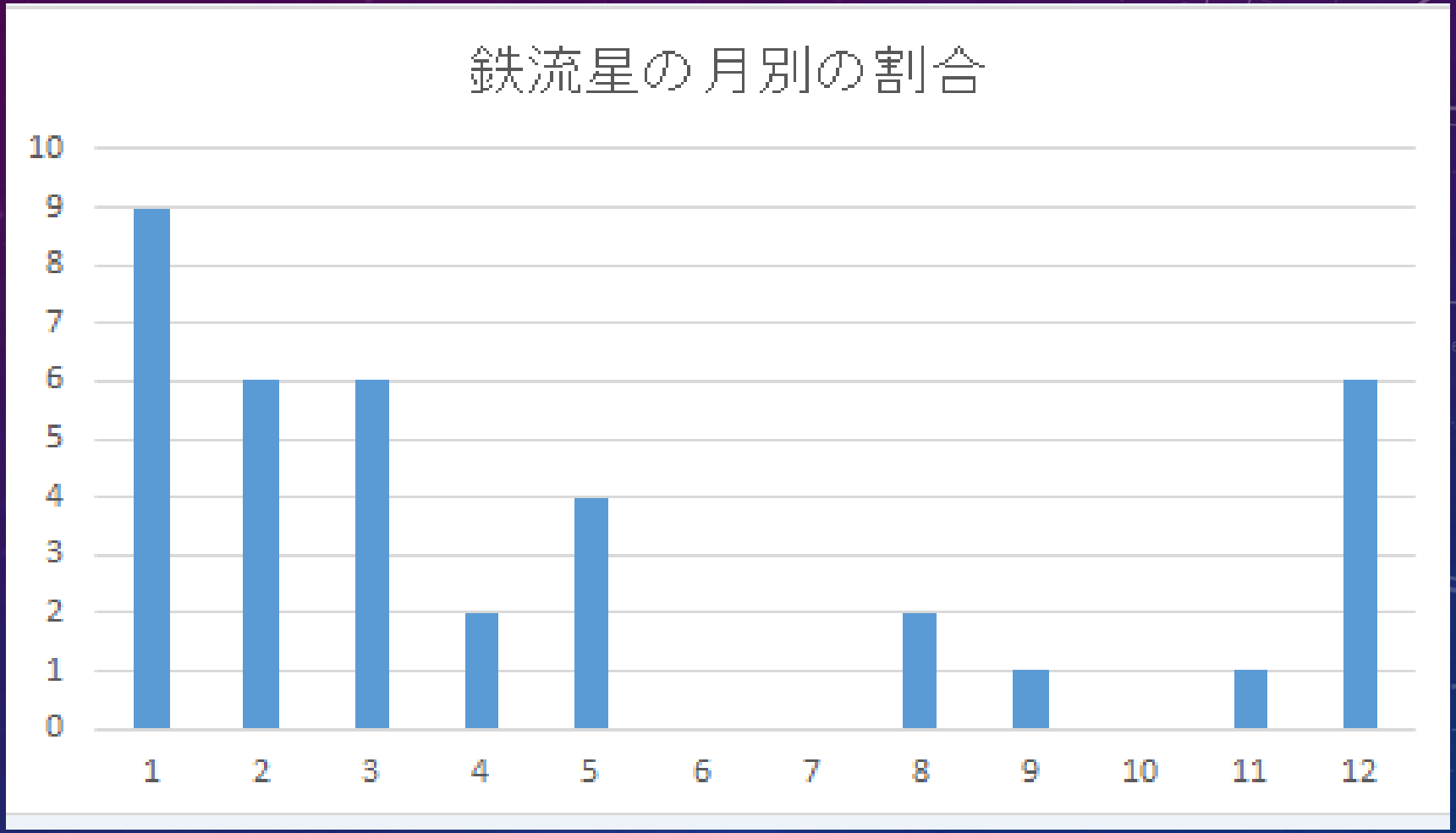
Gem群のカメラごとの年によるタイプ別の割合





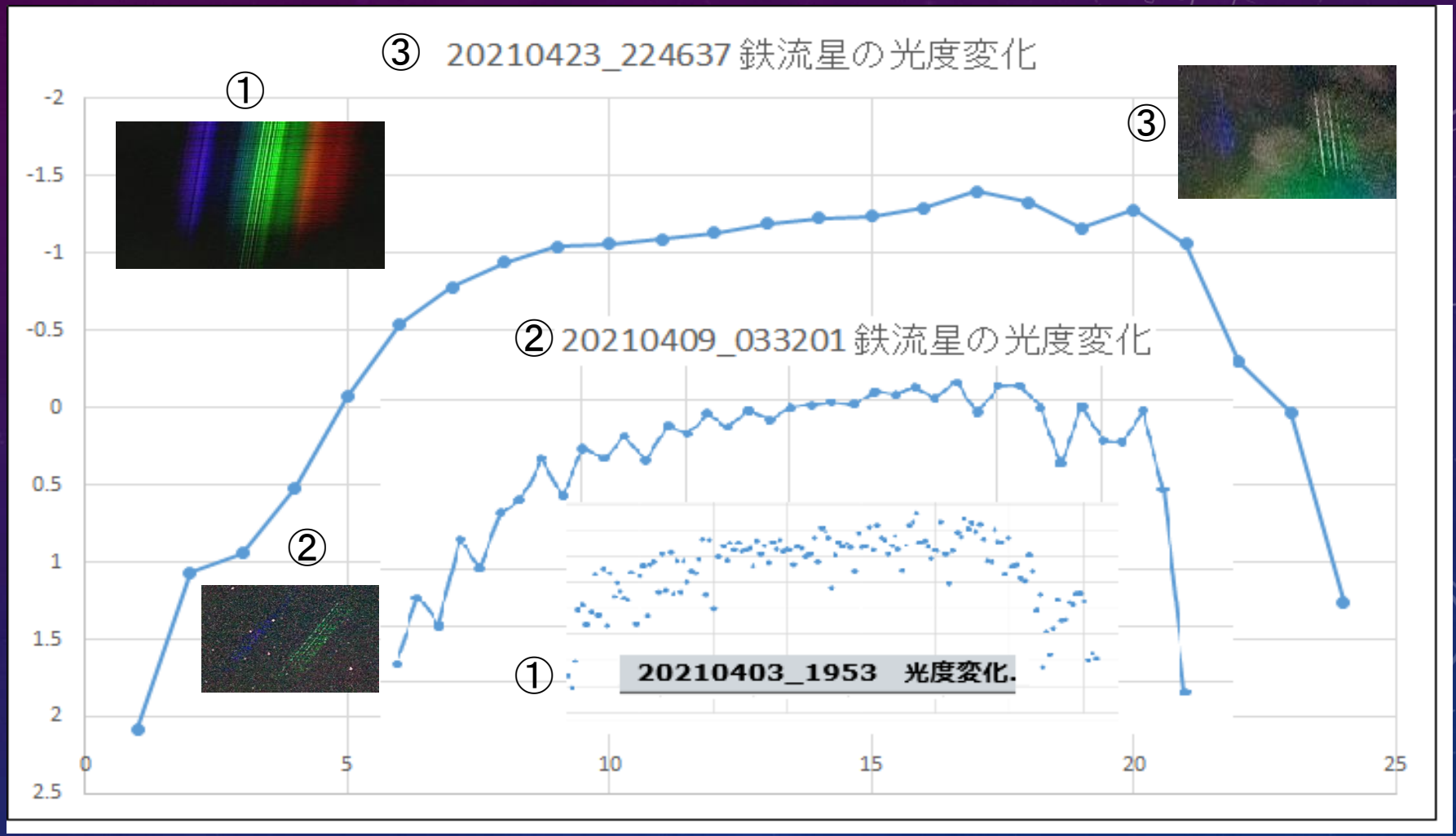
左は、a7sの50mm レンズのみのふたご群のタイプ別の割合の年による変化です。年によって割合の違いが見られます。NomalとFe poorは、少なく、Na free とNa poorが年によってばらつきが見られます。Na Freeは、毎年割合が増えています。 Na Free以外の3つは、毎年割合が減っています。右は、Wカメラの結果です。4つとも大体割合同じです。年よる傾向は、a7sと似ています。このことから、2020年の方がNormalタイプが少なかったことがわかります。

鉄流星の月別の割合



上は、鉄流星の月別の割合です。前田さんの結果と似たような傾向を示しています。12月から3月までが多く出現しています。空がよいことと観測時間が長いことも起因していると思います。6月から7月は、梅雨で観測できていません。10月も0個です。

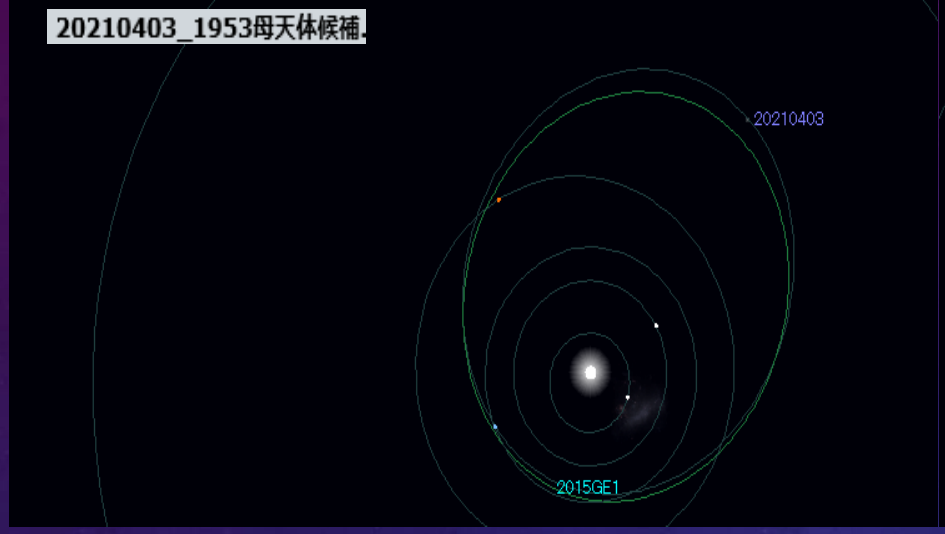
2021年4月に得られた鉄流星のスペクトルの光度変化



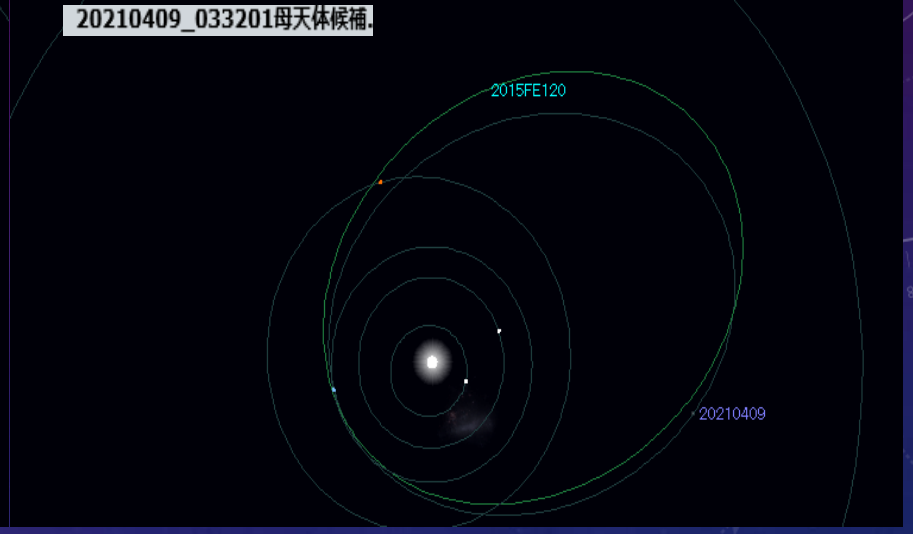
上は、2021年の4月に得られた鉄流星のスペクトルと本体の高度変化です。①のスペクトルは、永井氏が、②と③は、山崎氏が撮影されています。3つとも本体を私が撮影していて同時になっていました。私の本体の光度変化を元に比べてみました。よく似た変化を示しています。

４月に得られた鉄流星のスペクトルの母天体候補

Num	Name	e	q	i	ω	Ω	D判定	λ_Π	β_Π
0	基準天体	0.507	0.909	12.30	43.20	193.60	0.00	236.14	8.39
2015	GE1	0.446	0.960	11.10	34.09	200.58	0.09	234.16	6.19



Num	Name	e	q	i	ω	Ω	D判定	λ_Π	β_Π
0	基準天体	0.534	1.001	23.10	181.00	18.90	0.00	199.82	−0.39
2015	FE120	0.551	1.010	22.80	188.98	21.51	0.10	209.80	−3.47

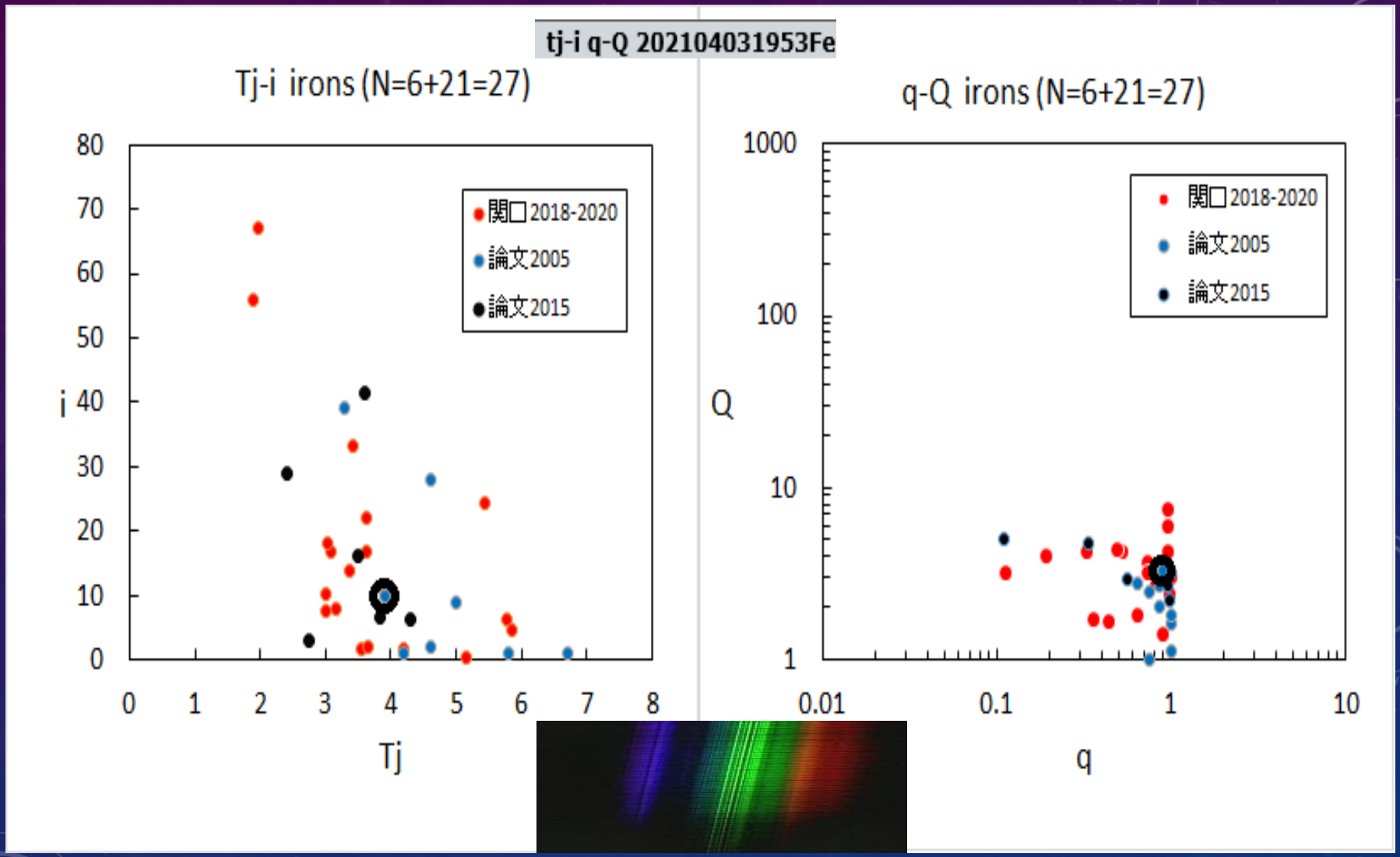


20210406-0423類似軌道の母天体候補

Num	Name	e	q	i	ω	Ω	D判定	λ_Π	β_Π
0	基準天体	0.695	0.647	7.30	274.02	14.01	0.00	288.06	−7.28
2002	GM5	0.695	0.647	7.30	274.02	14.01	0.00	288.06	−7.28
2012	HQ	0.676	0.666	6.16	271.09	23.36	0.09	294.46	−6.16
2014	UR116	0.728	0.564	6.57	286.86	5.94	0.11	292.90	−6.29
2017	TF5	0.745	0.580	5.57	272.12	15.87	0.09	288.01	−5.57
2004	VY14	0.650	0.686	7.02	230.37	60.40	0.12	290.56	−5.40
2017	UH6	0.616	0.571	9.37	259.70	31.51	0.13	291.07	−9.21
2021	0423_224637	0.749	0.655	12.10	259.30	33.30	0.13	292.36	−11.89
2021	0406_005608	0.704	0.661	9.20	259.70	15.80	0.16	275.37	−9.05

２０２１年の４月に得られた3つの鉄流星の母天体候補です。

４月に得られた鉄流星の火球のTj-Iとq-Qの関係



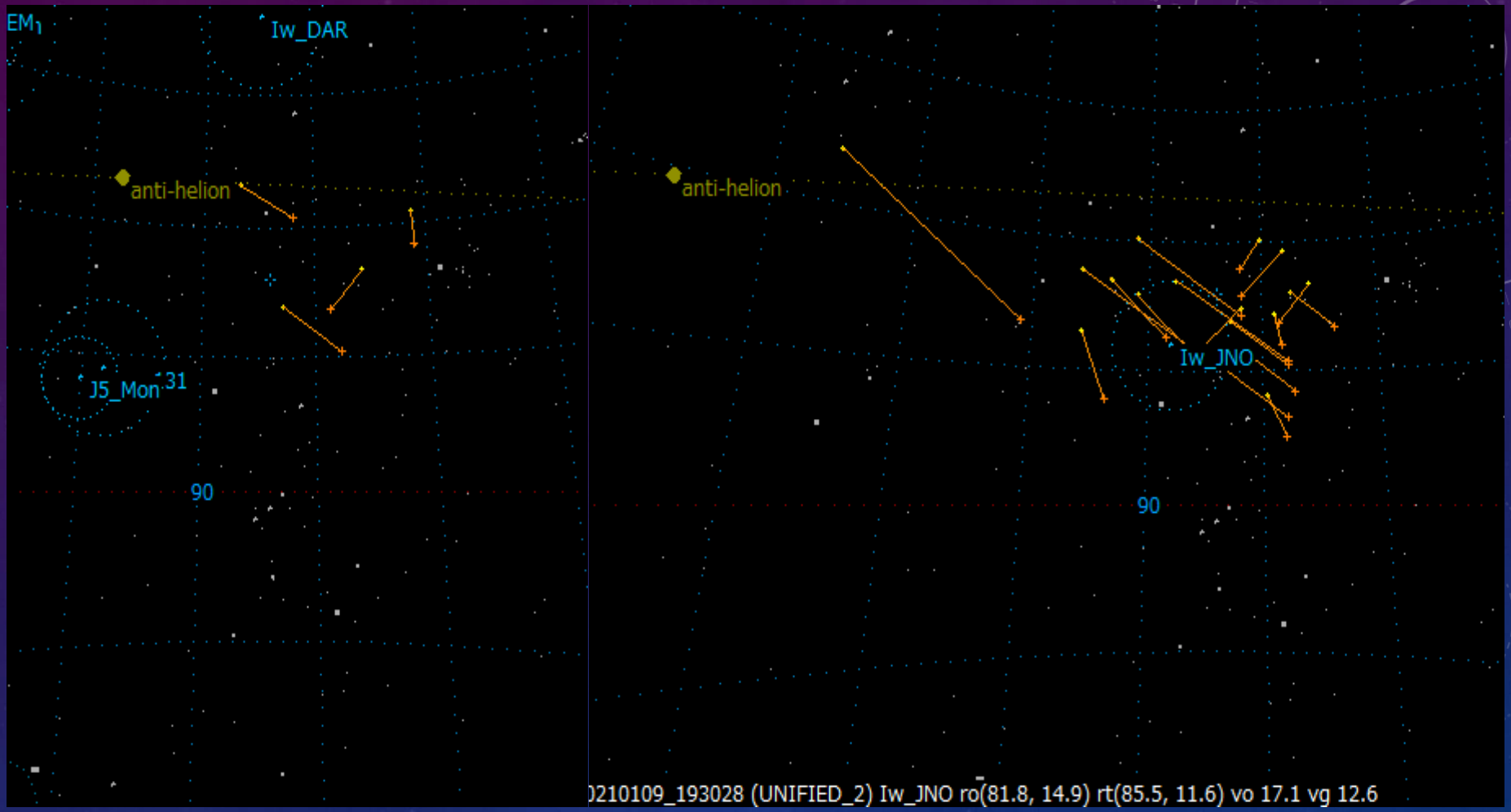
2021年の4月3日の鉄流星の火球のTj-Iとq-Qの関係。2005年の論文と似た位置にありますが軌道等が少し似ているようですが、ラムダに30度のずれがあります。

2020年12月下旬から1月初めに似た軌道の低速流星

No	ID	月	出現時刻	群名	群名	mag	dur	速度	ave/ve	Na	Mg	Fe	合計	Na%	Mg%	Fe%	Na/Mg	Fe/Mg	Na/	タイプ	タイプ
			JST	単点	同時	amag	sec	Vg		589.2	518.2	526-545							(Mg+Na	前田氏	論文
2465	SZ600327	12	20201226_013236	同群○	spo	0.0	0.0	0.0	14.4	268	171	85	524	51	33	16	1.57	0.50	0.61	N6	Normal
2468	SZ600330	12	20201226_212600	同群○	spo	0.0	0.0	0.0	11.1	291	85	104	480	61	18	22	3.42	1.22	0.77	N7	Na enhan
2469	SZ600331	12	20201228_195813	同群○	spo	0.0	0.0	0.0	13.1	134	8	55	197	68	4	28	16.75	6.88	0.94	N7	Na enhan
2470	SZ600332	1	20210101_005755	同群○	spo	0.0	0.0	0.0	13.5	652	473	607	1732	38	27	35	1.38	1.28	0.58	N3	Normal

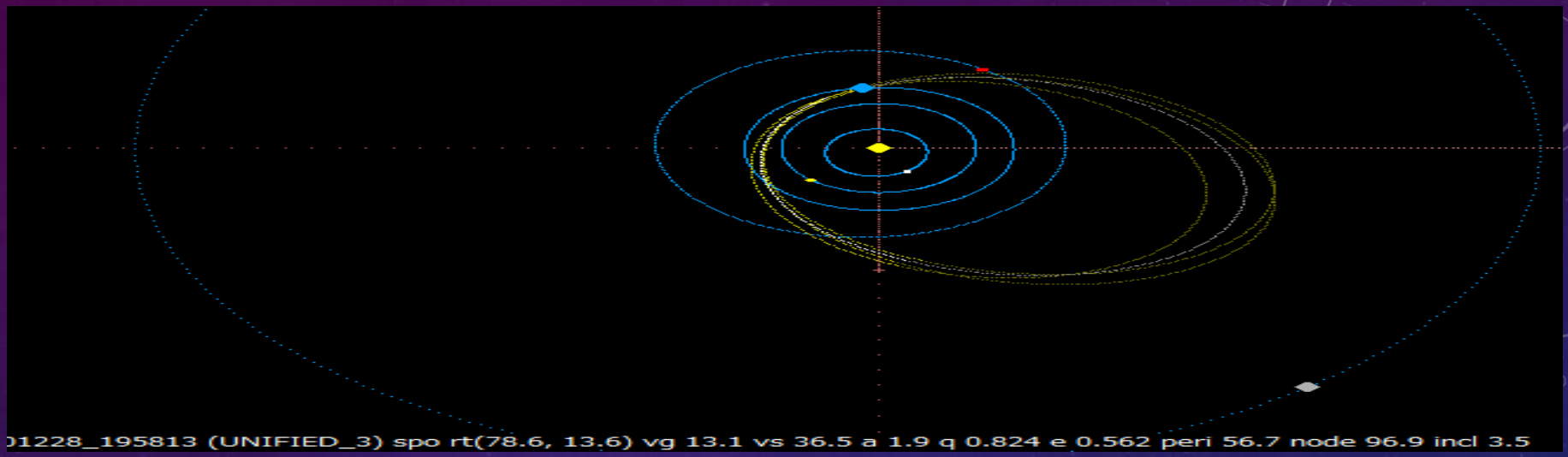
上の写真は、今回似た軌道のスペクトルと本体です。長めの3つは、高度変化がよく似ています。最後の1個も最初の淡い発光側の様子がにています。低速のため静止画では、良く見えませんので動画の静止画から測定しました。低速のためNaが多めになっています。

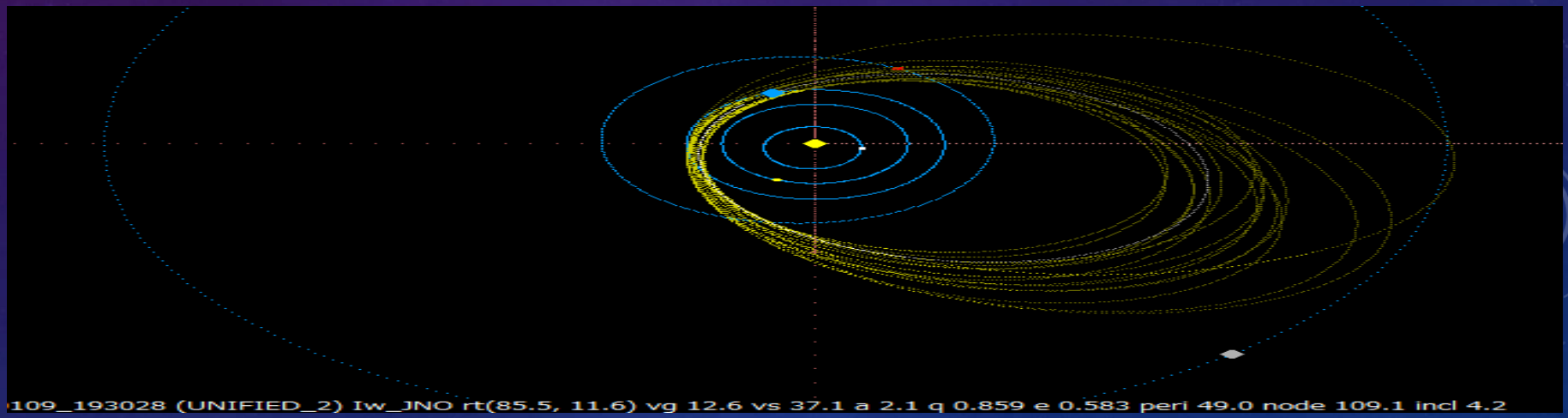
12月下旬から1月初めに似た軌道の低速流星



左は、今回の4個のスペクトルの輻射点分布です。低速のため広がっています。右は、1月中旬から2月から始めのIw_JNOの輻射点分布です。やはり広がっています。輻射点の赤経の移動量を0.3として判定させると1月上旬から判定され今回のスペクトルの流星でも判定されたものもありました。たぶん太陽黄経からみてもこの群の初期の活動と思われます。

12月下旬から1月初めに似た軌道の低速流星





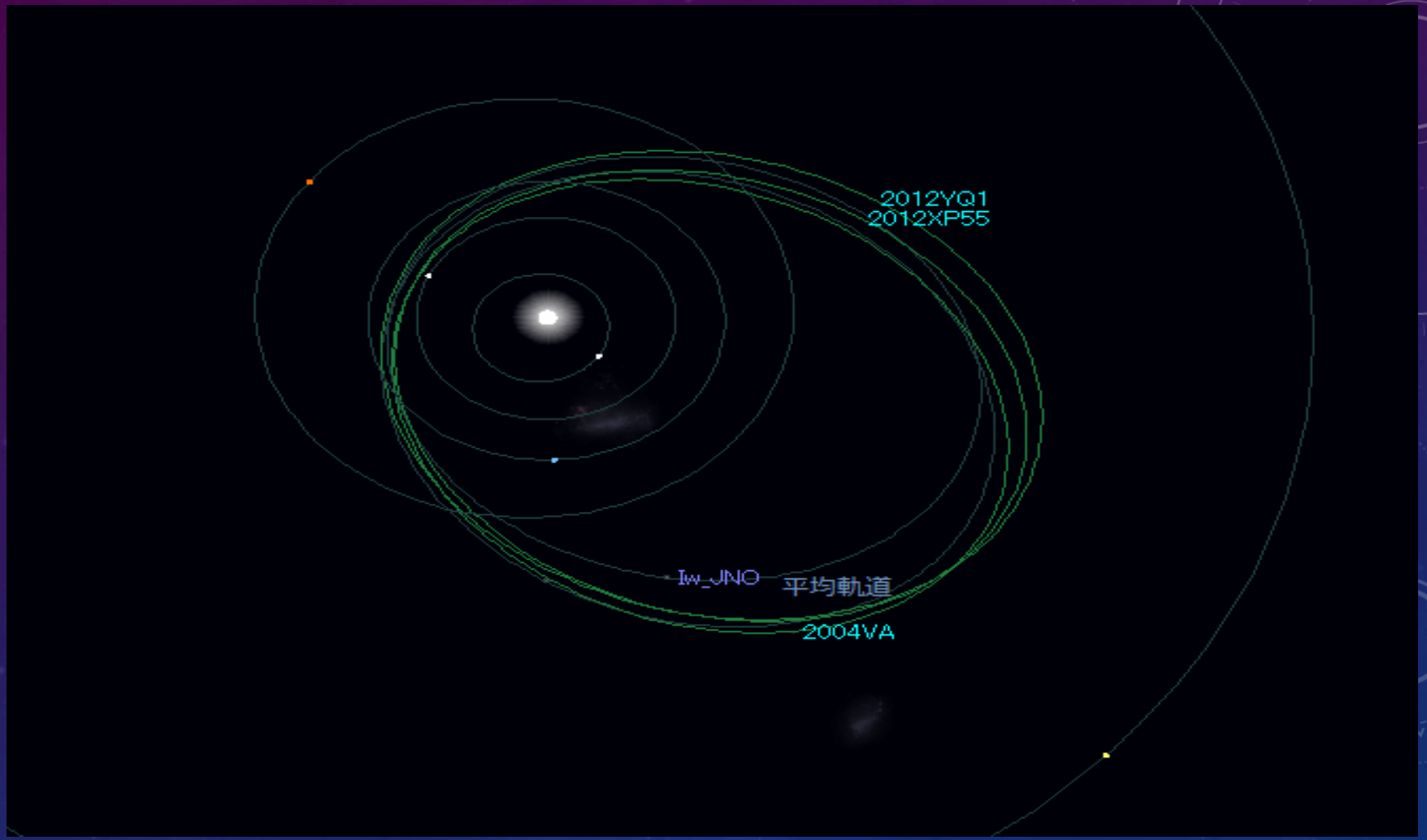
上は、今回の4個のスペクトルの軌道図です。低速のためよく一致しています。下は、1月中旬から2月から始めのIW_JNOの赤経方向の移動量を入れて計算した軌道図です。似た軌道をしています。1月上旬から判定され今回のスペクトルの流星でも判定されたものもありました。軌道図からみてもこの群の初期の活動と思われます。

１２月下旬から１月初めに似た軌道の低速流星

_localtime	_amag	_ra_t	_dc_t	_vg	_a	_q	_e	_p	_peri	_node	_incl	_stream	_H1	_H2	
_20201226_013236	-0.5	77.7	10.4	14.4	2.0	0.80	0.60	2.9	59.0	94.1	5.2	_le_ORS	86.4	75.7	
_20201226_212600	-0.9	71.0	18.3	11.1	1.8	0.86	0.51	2.4	50.3	94.9	1.3	_spo	78.0	50.4	
_20201228_195813	0.5	78.6	13.6	13.1	1.9	0.82	0.56	2.6	56.7	96.9	3.5	_spo	83.5	55.5	
_20210101_005755	-0.9	81.8	20.7	13.5	1.9	0.82	0.58	2.7	57.5	100.2	1.0	_spo	81.8	57.3	
平均軌道	-0.5	77.3	15.8	13.0	1.9	0.83	0.56	2.6	55.9	96.5	2.7		82.4	59.7	
		_ra_t	_dc_t	_vg	_a	_q	_e	_p	_peri	_node	_incl		D判定	λ_Π	β_Π
平均軌道		77.3	15.8	13.0	1.9	0.83	0.56	2.6	55.9	96.5	2.7		0.00	153.55	2.92
Iw_JNO		88.0	12.0	12.0	1.9	0.85	0.52		51.7	112.5	4.1		0.12	164.13	3.22
母天体候補	2012YQ1					0.87	0.57		42.1	120.2	5.2		0.06	162.13	3.45
2004VA						0.77	0.60		43.1	109.6	3.7		0.08	152.71	2.53
2012XP55						0.78	0.60		77.0	80.2	2.8		0.08	157.32	2.73

上は、４つのスペクトルの得られた軌道などです。低速のため輻射点は、広がっていますが軌道は、そろっています。１日に１個ですが確実に群活動をしていると思われます。IAUの軌道リストを見るとFireball streamsで１月１日から２月４日μ-Oriとなっています。母天体候補は、2003 AC23? となっています。この群の平均軌道からでは、母天体候補は、2012YQ1となりました。また、４つのスペクトルの母天体候補は、2004VAと2012XP55となりました。複合群の可能性があるかもしれません。

12月下旬から1月初めに似た軌道の低速流星の母天体等軌道図



上は、今回の4個のスペクトルの得られた低速流星の平均軌道の軌道図とIW_JNOと母天体候補の小惑星の軌道図です。2004VAがよく似た軌道をしています。後の二つも類似しています。これらの軌道図からみても今回のこの低速群は、μ-Ori群とIw_JNO群は、同じ群でこの低速群の初期の活動と思われます。

流星スペクトルの解析のまとめ

- ８台のカメラの観測で、ほぼ２年４か月で２２００個近くのスペクトルが得られました。今回のデータは、２０１８年１０月から２０２１年2月の一部までの解析をしました。７つのタイプが殆ど得られました。Feが５０−８０%になっているタイプが４６個得られました。
- 解析結果を元にGem群の三角図を作成し考察しました。今回は、ふたご群の年とカメラによる三角比やタイプ別の割合を比べました。群による年やカメラによって違いが見られました。
- 鉄流星の月別の出現の割合も調べました。前田さんの結果と似た傾向を示した。
- ２０２１年の４月の鉄流星の軌道比較から母天体候補を探しました。母天体候補をいくつか見つけることができました。今回は、低速で比較的よく一致していると思います。過去の鉄流星との類似軌道は、やはり、ありませんでした。４月３日の火球の励起温度は、約２９６０度となりました。
- ２０２０年１２月下旬から２０２１年１月初めに似た軌道があり、調べた結果、１月から２月のμ-Ori群とIw JNO群と関連があり初期活動をとらえたと言えそうです。また、母天体候補も見つかりました。
- ２０１８年１０月から２０２０年８月までの詳細の結果は、以下に公開しています。

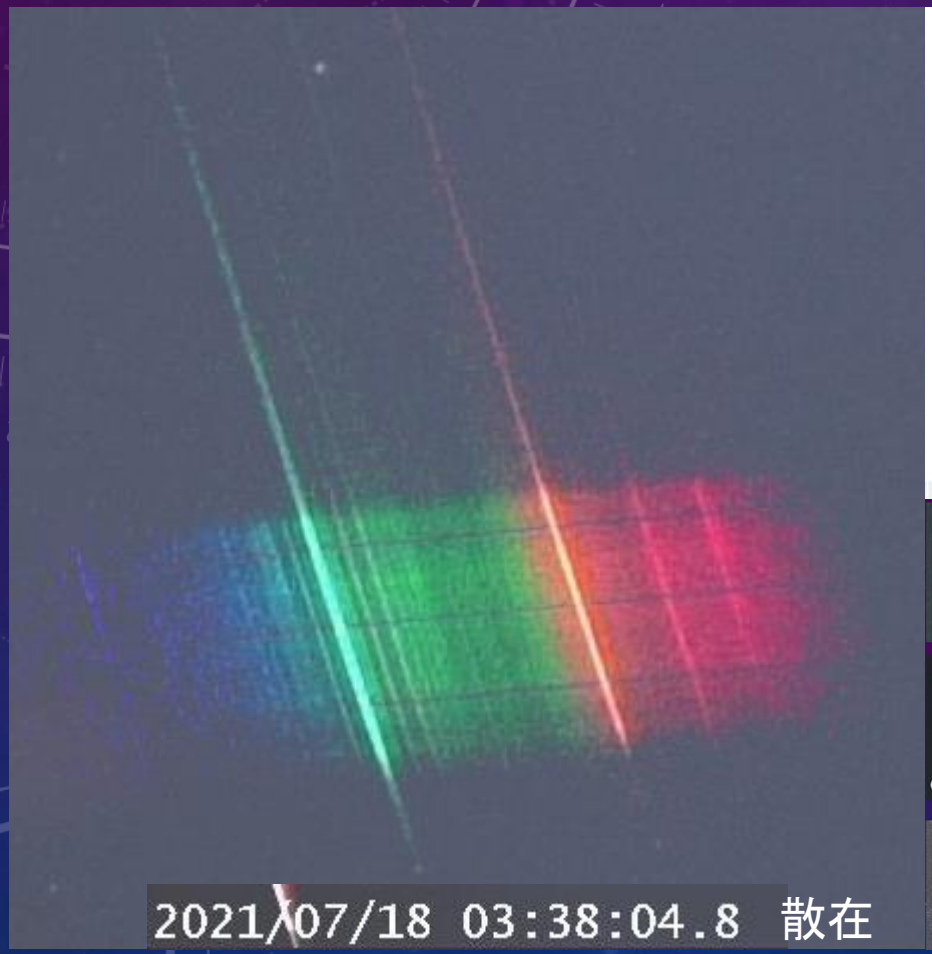
http://msswg.net/mssonline/MSS19-spectrum-20201125-Sekiguchi-2018to20.pdf

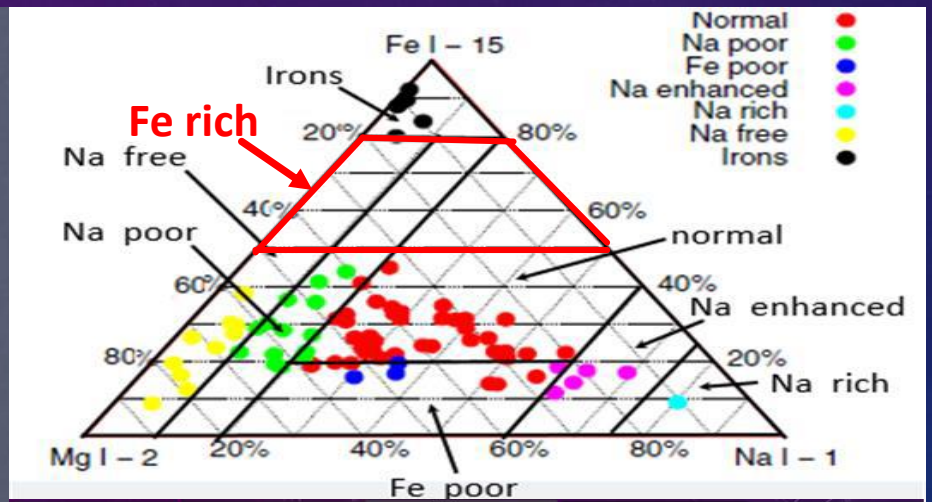
2018年10月から2021年2月のスペクトル解析結果と考察(関口孝志)

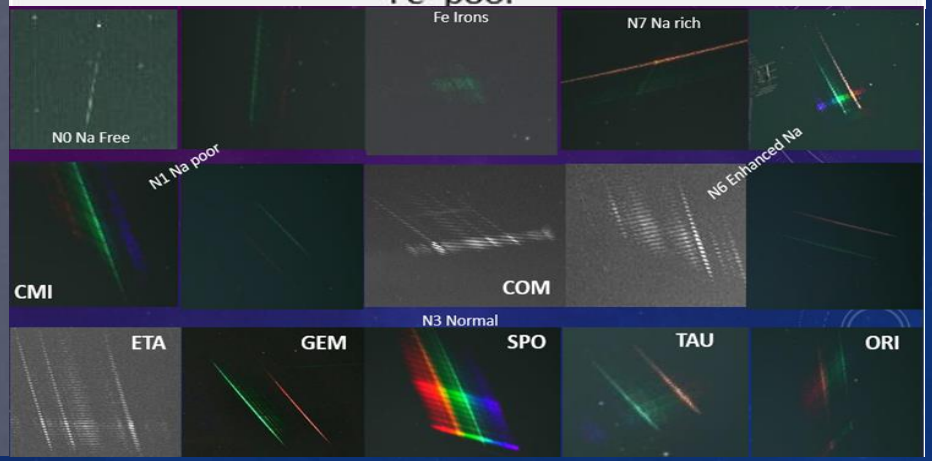
8台のカメラ観測で、ほぼ2年4か月で2392個のスペクトルが得られた。今回のデータは、2018年10月から2021年2月までの解析をし、8つのタイプが得られた。Feが50-80%になっているタイプが46個得られた。Fe richのタイプであることが2019年の論文から分った。発光高度とNa/Mg比や速度によるタイプの違いを調べ速度によって違いが見られた。解析結果を元にQua群Com群Per群Tau群や小流星群のタイプ別に分類し比較した。Gem群の三角図を作成し考察した。今回は、ふたご群の"年とカメラ"による三角比やタイプ別の割合等を比べ、違いが見られた。また、色々な方法でNaの枯渇が見えてきた。8月のはくちょう群と思われるスペクトルと軌道の結果から似たような光度変化をしていてタイプは、NomalとFe poorが多いことが分った。

2018年10月から2021年2月までの
スペクトル解析結果と考察

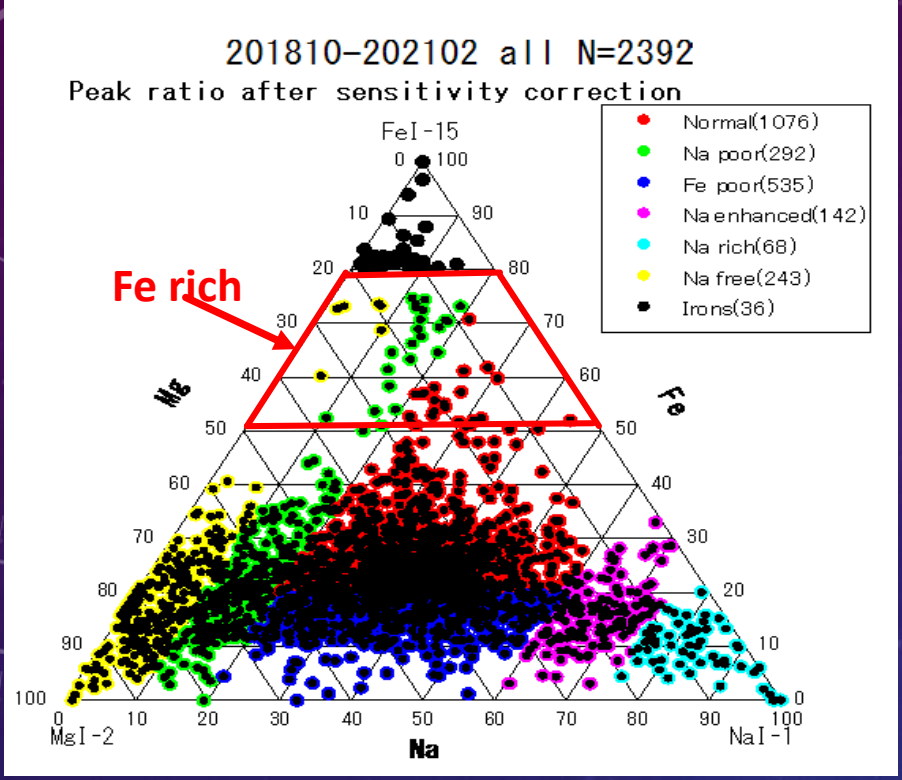
関口　孝志　20211103

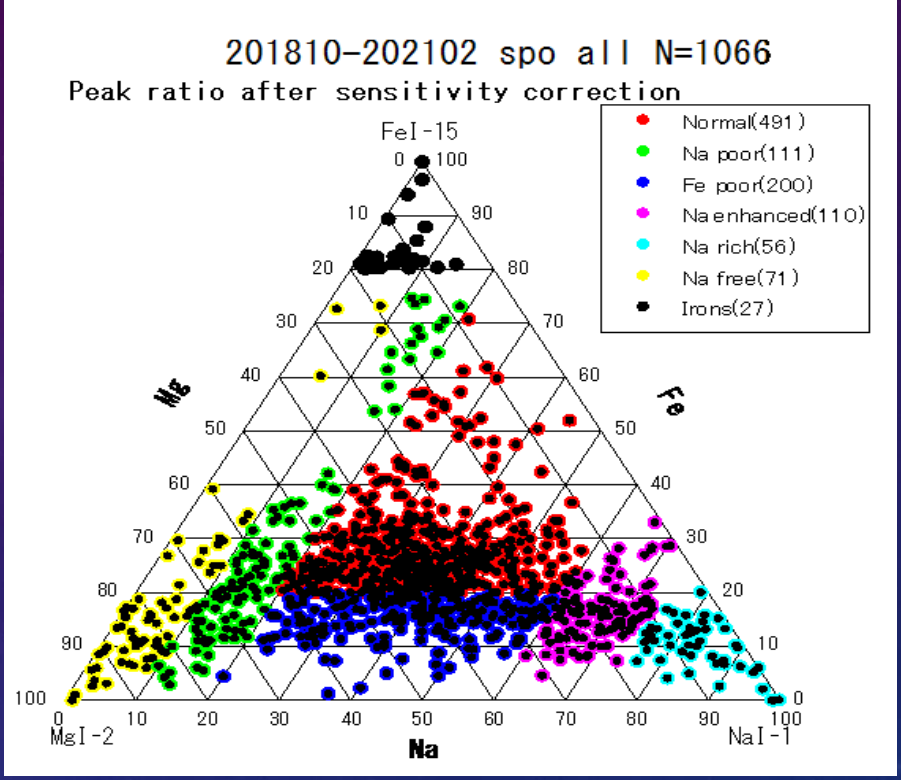






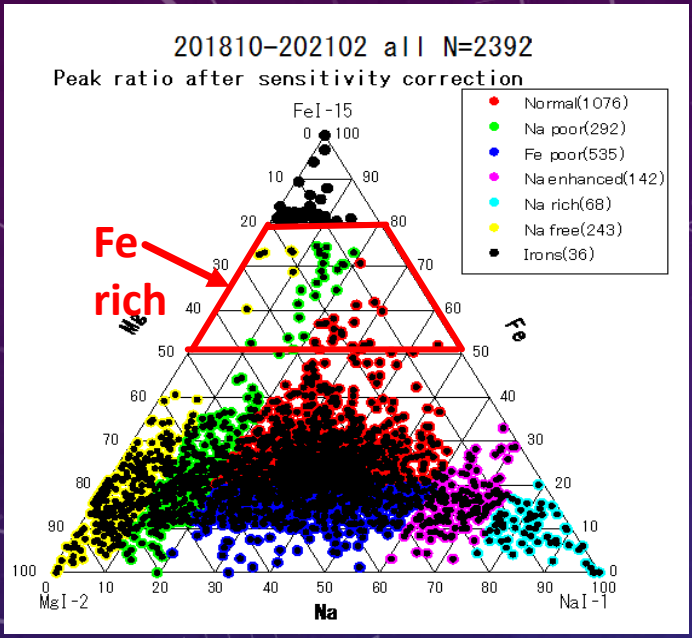
2018年10月から2021年2月のスペクトル解析結果と考察

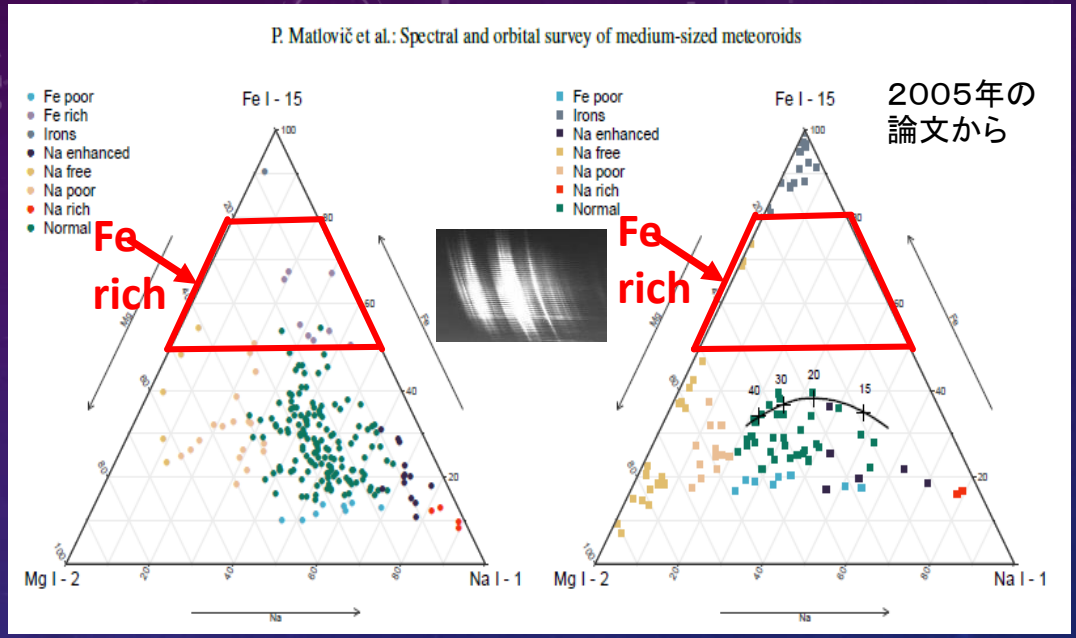




2018年10月から2021年2月までの2392個のスペクトル解析結果です。カメラや解析方法やソフトや分類の仕方は、2019年の流星会議の私の資料を参考にしてください。最後のスライドにアドレスがあります。グラフは、カメラ8台の感度補正までのピーク比です。左が全流星のタイプ別の三角図です。**中央部分に集中が見られます。Feが50-80%になっているタイプが54個ありました。ここを Fe richとして新グループとしている論文(2019年PAVOL MATLOVI˘Cら)もあります。全てのタイプのスペクトルが撮影**されています。**Na rich(68個)とIrons(36個)が少ない**です。右が1066個の散在判定のみのタイプ別の三角図です。やはり、中央部分に集中が見られ**Feが40%以上の流星とNa richとNa enhancedとIronsの流星の殆どが散在流星**になっています。2020年5月までの分布とあまり変わりません。

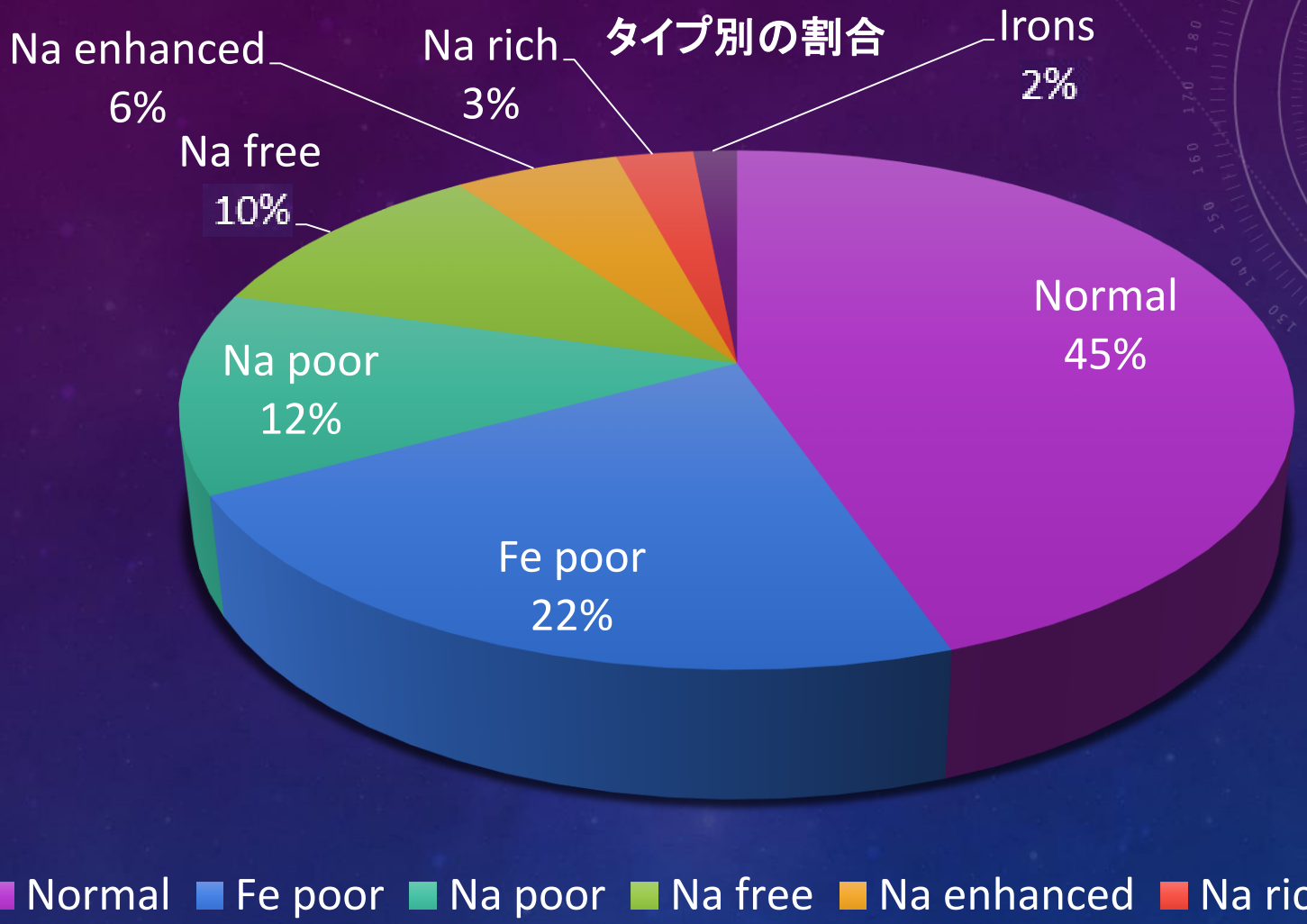
タイプ分類の2005年と2019年の論文との比較





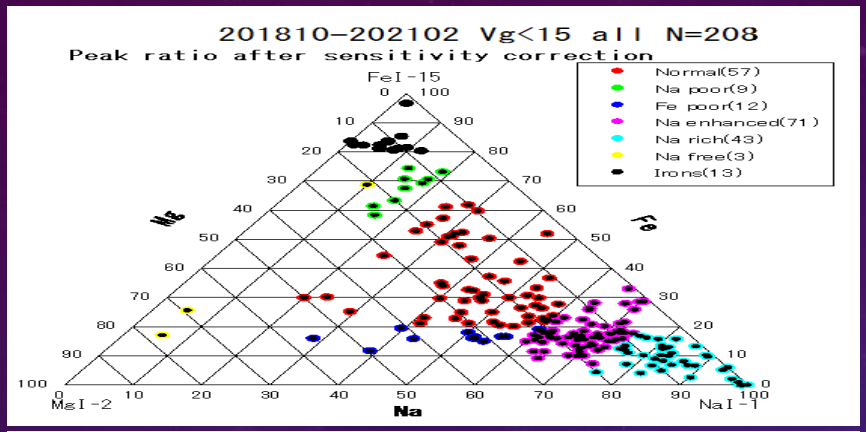
前のスライドのFeが50-80%になっているタイプを Fe richとして新グループとしている論文(2019年PAVOL MATLOVIˇCらのSPECTRAL AND ORBITAL SURVEY OF MEDIUM-SIZED METEOROIDS)との比較です。右側の三角図の分類は、この論文で、2005年のJ. BOROVIˇCKA, ET AL ICARUS 174, 15 の論文と比較しています。一番右がもとになっている2005年の論文の三角図です。ここには、Fe richが一つもありません。なので7つのタイプで分類されています。真ん中が2019年の論文で8つのタイプに分類されています。しかも、2005年の分類とは、少し異なっています。 8個がFe richになっています。この領域には、4個の別のタイプも含まれています。左が私の結果です。 Fe richのこのタイプが54個ありました。この図は、2005年の分類でしているので、3つのタイプが合わさっています。しかし、どうも1つのタイプにした方がよいと思っていた所で、この論文を見つけ、納得しました。

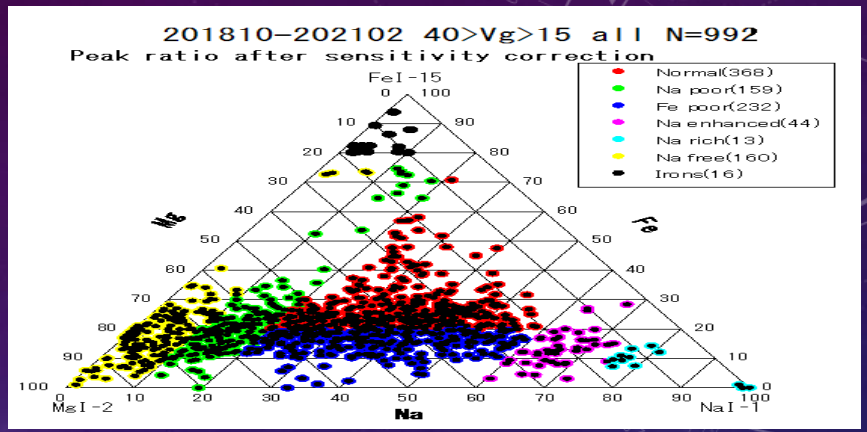
流星スペクトルの得られたタイプ別の割合

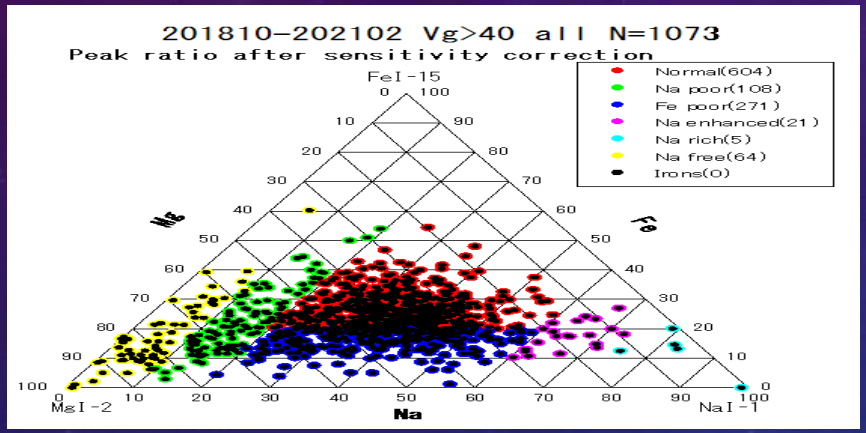


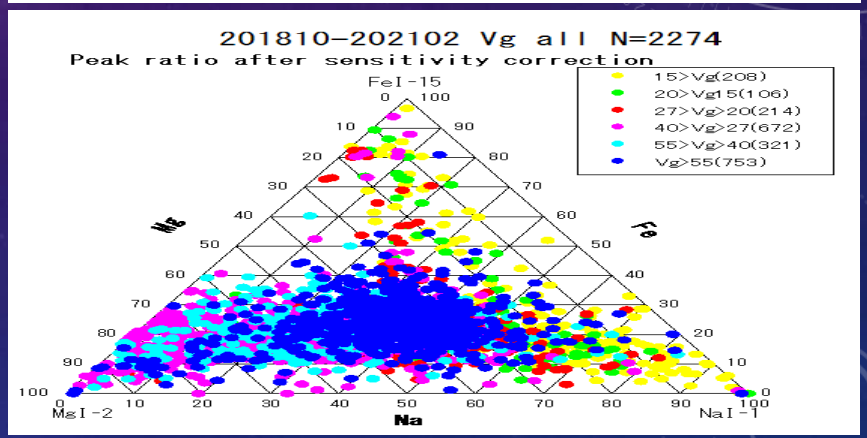
2392個の全流星のスペクトルのタイプ別の割合です。**Nomalが45%と一番**多かったです。次にFe poorでこの2つで約3/4になります。**Na richとIronsは、合わせても全体の5%**しかありませんでした。Fe richは、分類していません。 第3回スペクトル研究会等の資料の時と殆ど変っていません。

全流星の速度によるタイプ別の三角図



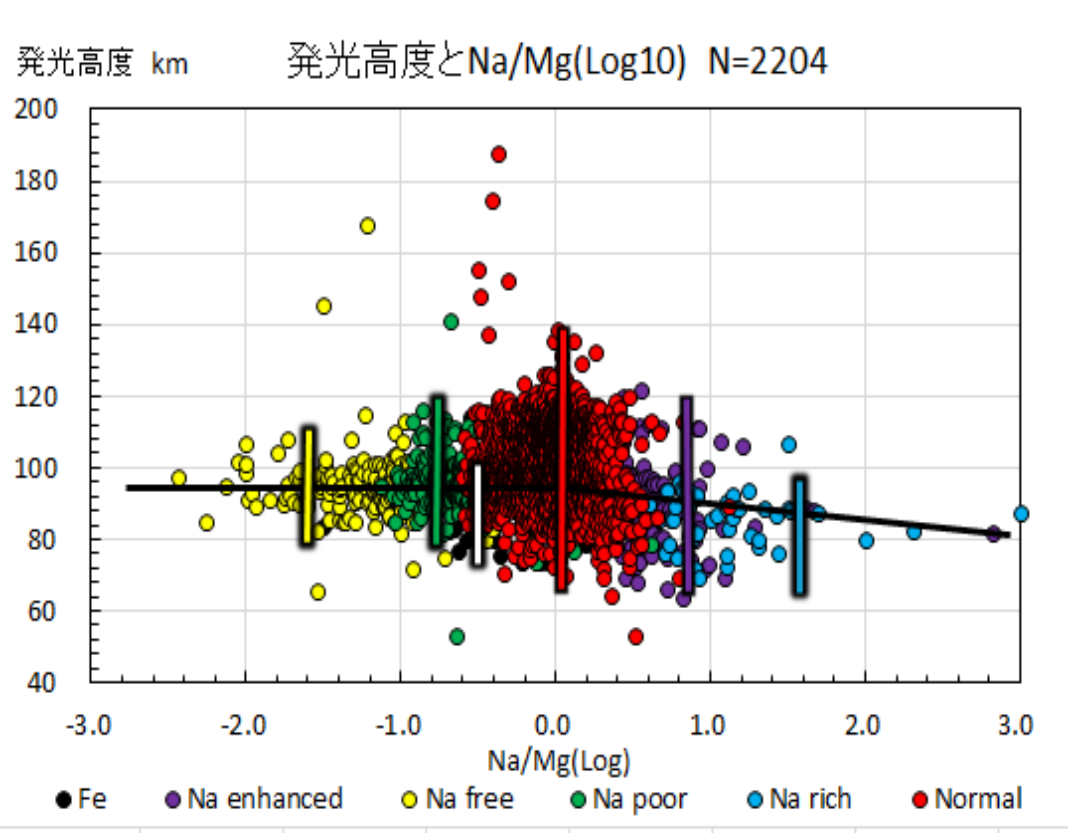


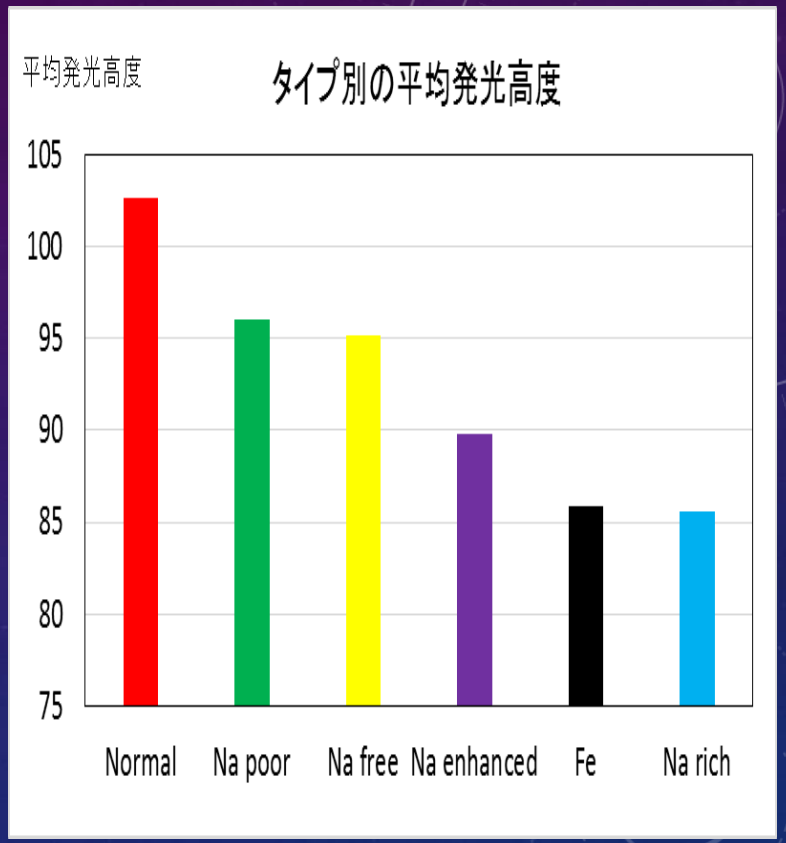




全流星の速度でのタイプ別の三角図です。左上は、Vgが**15km以下で**す。7つの全部のタイプがみられます。**Mgの量は、0-30%の間に集中**していてます。FeとNaの量の差で各タイプに分かれています。右上は、40km>Vg>15kmです。こちらも7つのタイプが見られます。IronsとNa enhancedは、左上と同じくらい見られます。Na richは、少なくなっています。Na freeとNa poorとNormalとFe poorは、Feの量が10-40%に集中しています。Na poorとNormalは、やや鉄の量が多いものが中央の上に固まっています。左下は、**Vgが40Km以上で**す。 Ironsは、ありません。 Na richとNa enhancedが少し見られます。Na freeとNa poorとNormalとFe poorは、右上より集中が少なくなっています。 **Normalが一番多く中央の下に集中**しています。右下は、全流星の速度別の三角図です。この図から、**IronsとFe richとNa richとNa enhancedは、低速流星が多い**ということがわかります。

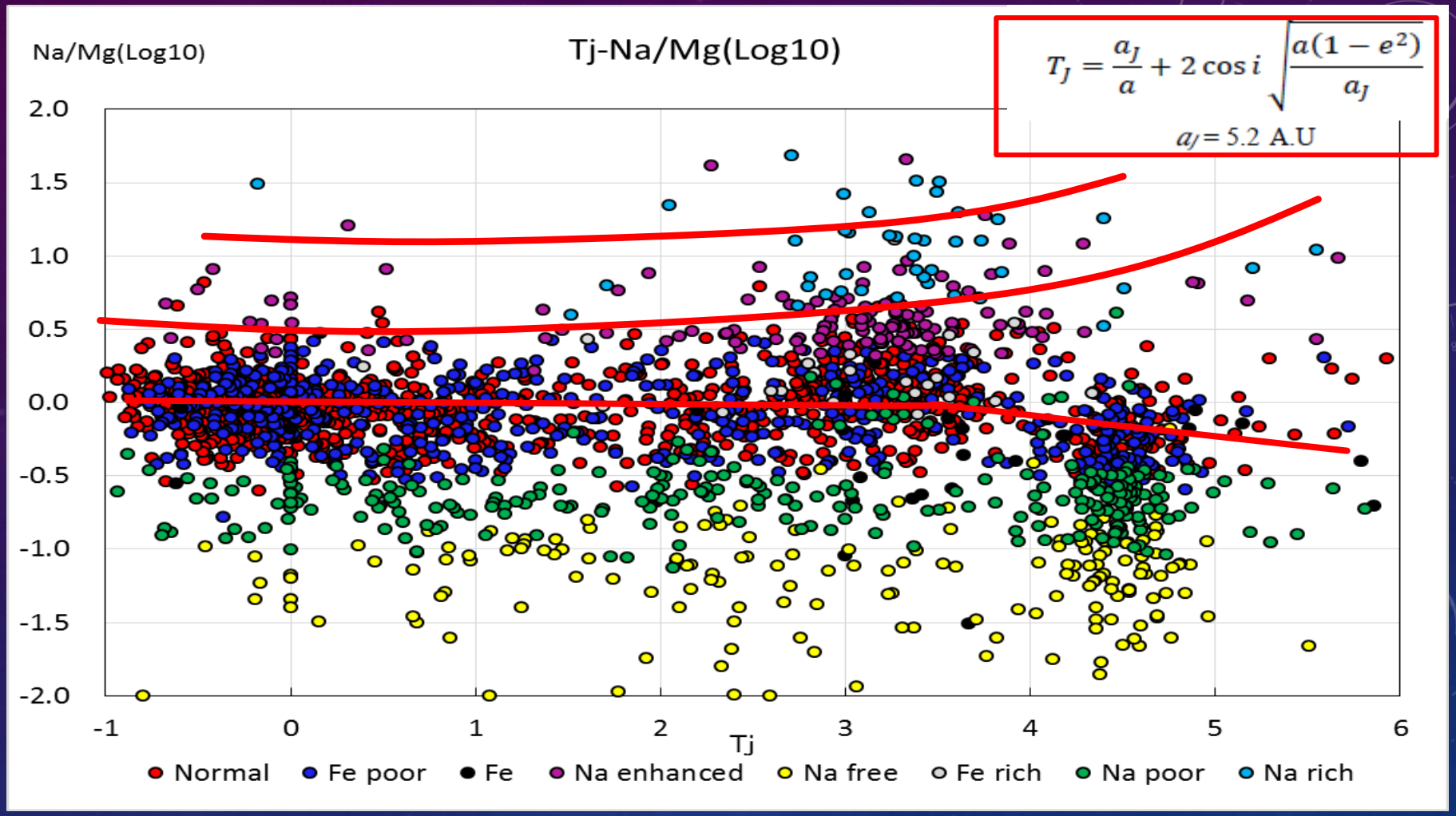
全流星の発光高度とNa/Mgの関係等





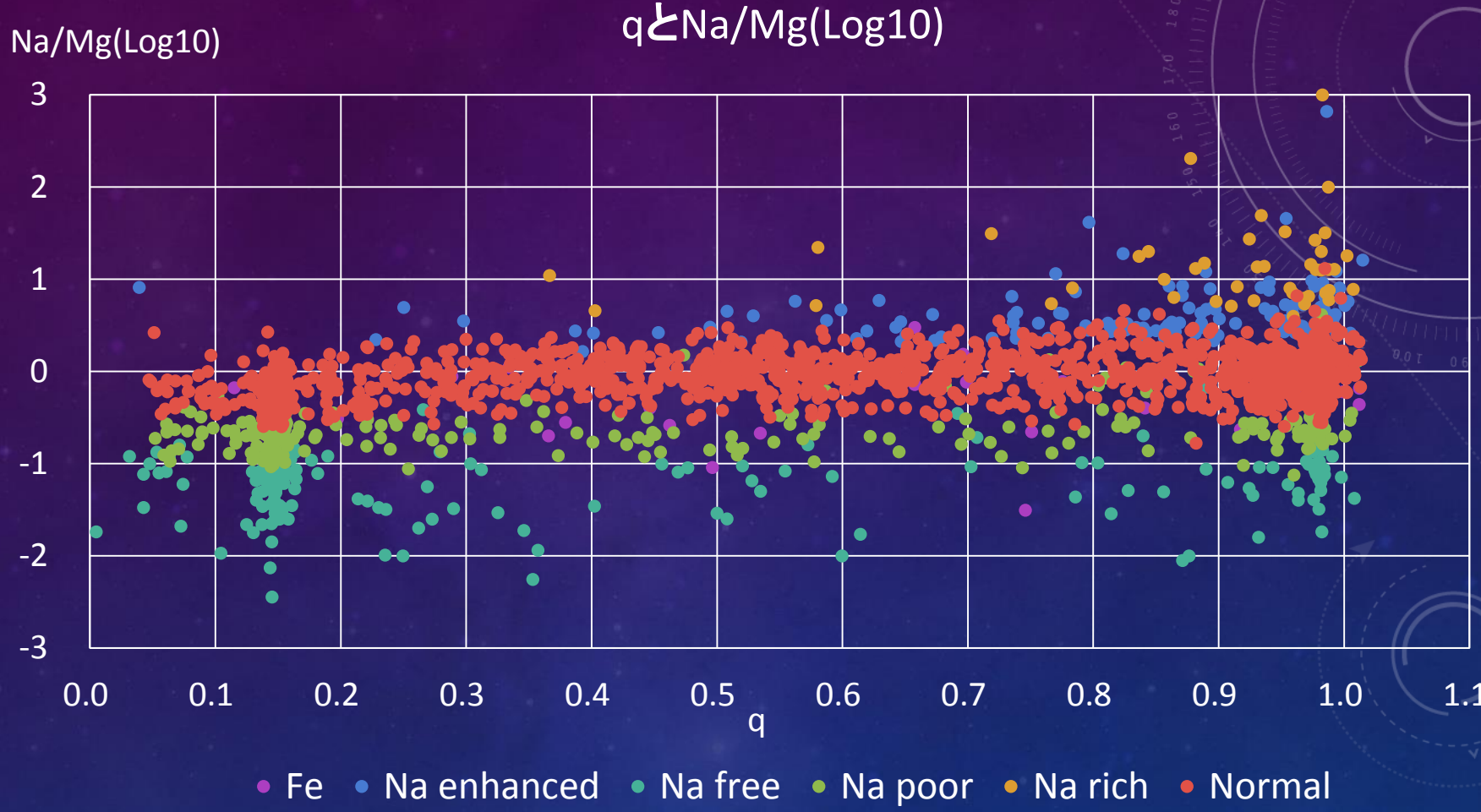
左は、全流星の発光高度とNa/Mg比です。どのタイプ(Fe richとFe poorは、分類してなくNormalに含めています。)も100Km付近からの発光が見られます。Na/Mg比が0以下では、集中している部分が殆ど100kmです。Na/Mg比が0以上では、100kmから80kmへと低くなっています。タイプでは、Na enhancedとNa richです。これらは、低速流星が多いので低くなっているのがわかります。右は、タイプ別の平均の発光高度です。これをみても、**Na enhancedとNa richとIrons(Fe)が低速が多く低くなっている**ことがわかります。前のスライドからも**NormalとNa poorとNa freeは、中高速が多く発光点が高くなっています**。Normalに比べるとNa poorとNa freeは、暗い流星が多く高度の差が小さくなっています。

全流星のTj(Tisserand parameter)とNa/Mgの関係



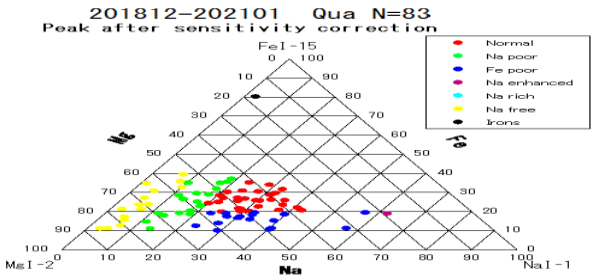
全流星のTj(Tisserand parameter 上の赤四角の式　ajは、木星の軌道長半径)とNa/Mg比です。**Normal とNa poorとNa freeは、特に変化が見られないです。Na enhancedとNa richは、Tj 3以下でほぼ一定ですが、Tj 3からNa/Mgの比の増加がやや見られます。Fe poorは、Tj 3以上でNa/Mgの比の減少がやや見られます。**

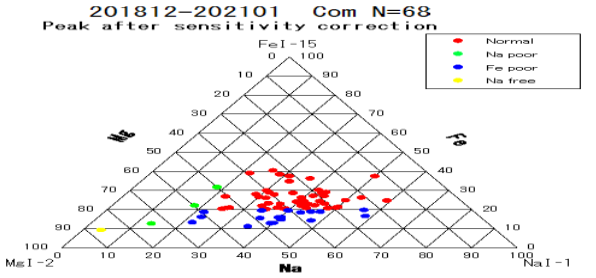
全流星のq(近日点距離)とNa/Mgの関係等

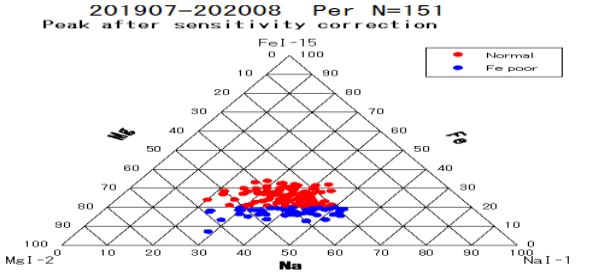


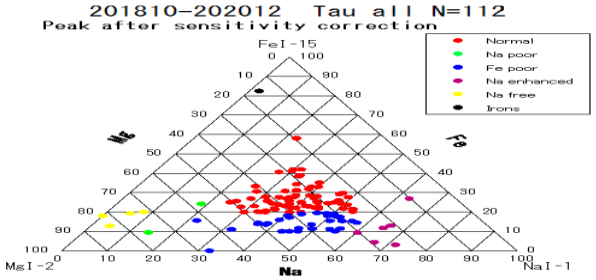
上は、全流星のqとNa/Mg比です。これをみても、**Na richとNa enhancedが qが小さくなるに従ってNa/Mg比が低くなっている**ことがわかります。前のスライドとNaが減る似た傾向があります。**Na poorとNa freeは、もともとNaの量が少ないので特に大きな変化が見られません。Normal は、qが0．35以下になると少しずつ低く**なっています。

Qua群とCom群とPer群とTau群の三角比









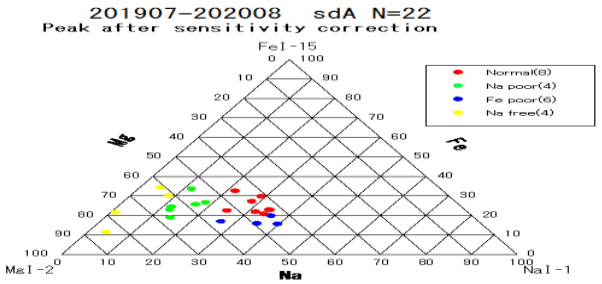
1つ目は、2018年－2021年の**しぶんぎ群**の全流星83個のスペクトルのタイプ別の三角図です。三角図の中央から左側によっています。Naの割合が0-40%に集中が見られます。また、鉄の割合は、10-40%に集中しています。**4つのタイプが多く大体同じ割合**で分布しています。後のスライドのふたご群と似ています。

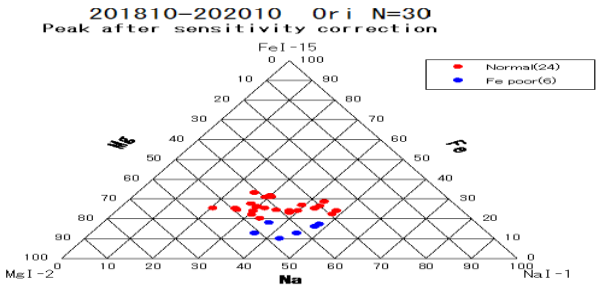
2つ目は、**かみのけ群**の全流星68個の結果です。**NomalとFe poorが殆ど**で中央に集中しています。Naの割合が30-50%に集中が見られます。鉄の割合は、10-40%に集中しています。Na poor とNa Freeが少しあります。

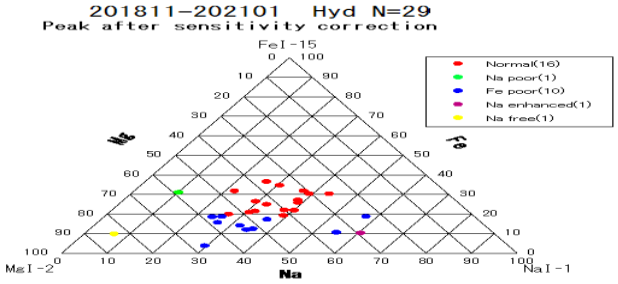
3つ目は、2019年から2020年の**ペルセ群**の全流星151個のスペクトルの三角図です。三角図の中央に集中しています。**NomalとFe poorが殆ど**です。明るい流星が多くスペクトルがよく出ています。Naの割合が30-50%に集中が見られます。また、鉄の割合は、10-30%に集中しています。

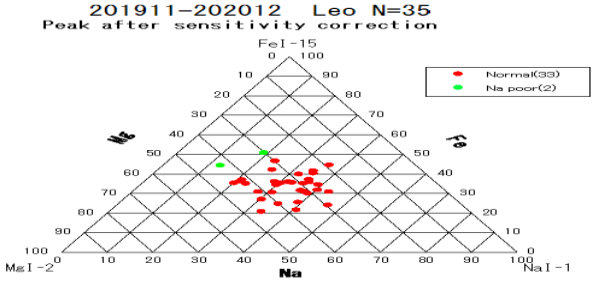
4つ目は、**おうし群全体**のタイプ別の結果です。**6つのタイプ**に分かれました。**NomalとFe poorが殆どです**。火球が多く爆発時のFeの割合が影響しFe割合の幅があります。いくつか散在判定と紛らわしいものがあります。中央から外れているものは、散在の可能性もあります。

sdA群とOri群とHyd群とLeo群の三角比









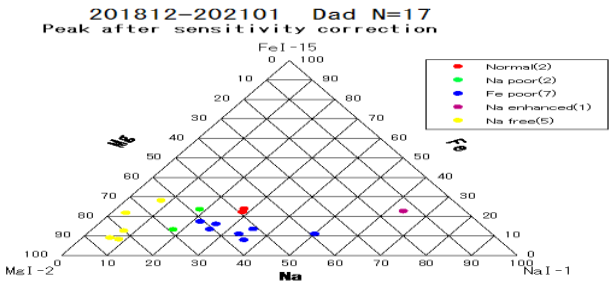
1つ目は、2019年-2020年の**水がめ南群**の全流星のスペクトルのタイプ別の三角図です。三角図の中央から左側によっています。Naの割合が0-40%に集中が見られます。また、鉄の割合は、10-40%に集中しています。**4つのタイプが多く大体同じ割合**で分布しています。しぶんぎ群とふたご群と似ています。

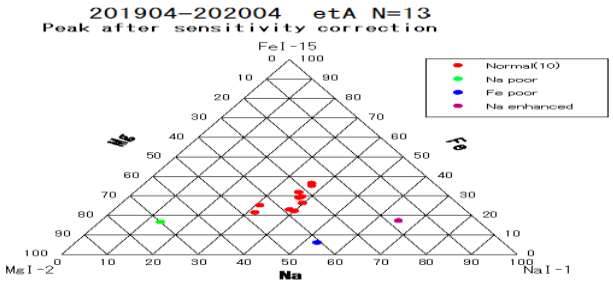
2つ目は、2018年-2020年の**オリオン群**の結果です。**NomalとFe poorが殆ど**で中央に集中しています。Naの割合が20-50%に集中が見られます。鉄の割合は、10-40%に集中しています。ペルセ群と似ていますが同じ母天体の水がめ群とは、少し違うようです。

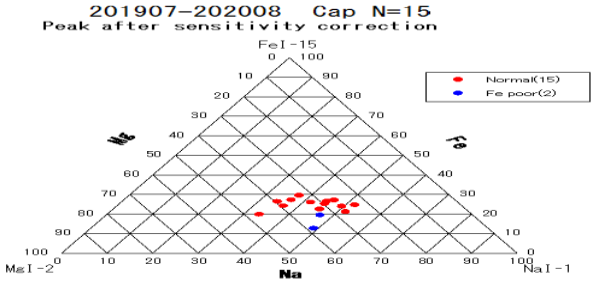
3つ目は、2018年-2021年の**うみへび群**の結果です。三角図の中央に集中しています。**NomalとFe poorが殆ど**です。Naの割合が20-40%に集中が見られます。また、鉄の割合は、10-35%に集中しています。

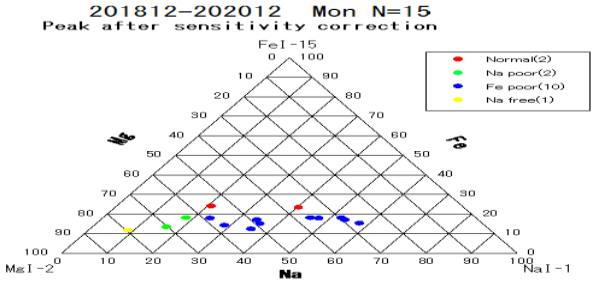
4つ目は、**しし群全体**のタイプ別の結果です。**Nomalが殆どです**。Na poorが2つあります。火球が多く爆発時のFeの割合が影響しFe割合が20−50%と幅があります。高速でスペクトルがきれいに出るのでペルセ群と似たような感じです。でも、**明らかに鉄の割合が多い**のが違いです。

Dad群とetA群とCap群とMon群の三角比









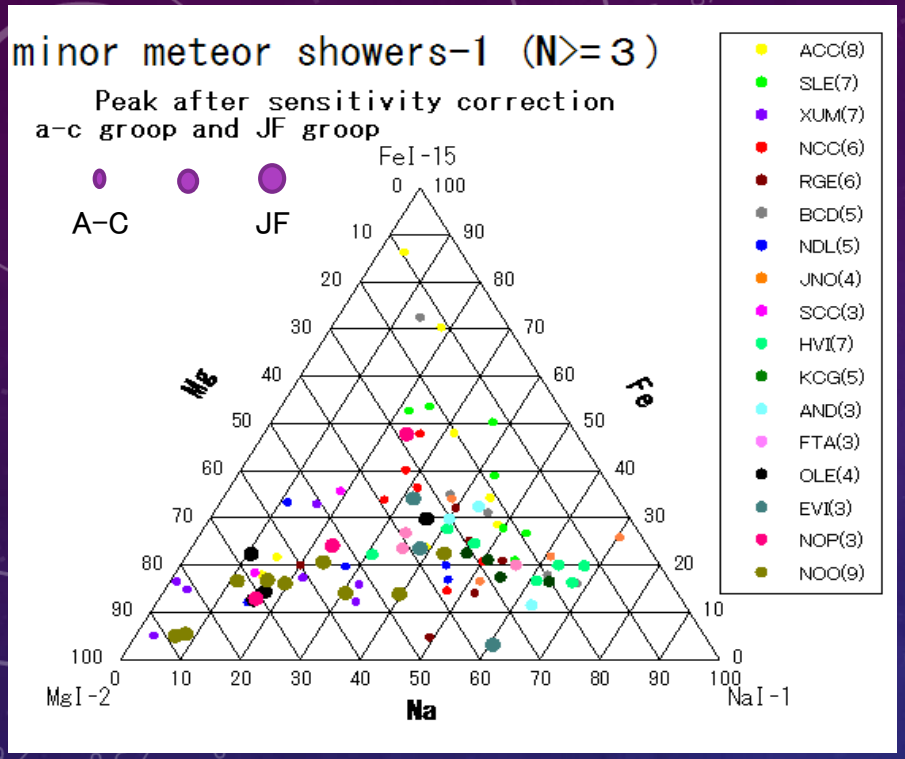
1つ目は、2018年-2021年の12月から1月の**りゅう群**のスペクトルのタイプ別の三角図です。三角図の中央から左側によっています。Naの割合が0-40%に集中が見られます。また、鉄の割合は、10-30%に集中しています。**4つのタイプが多く大体同じ割合**で分布しています。しぶんぎ群と判定が難しいですが似ています。

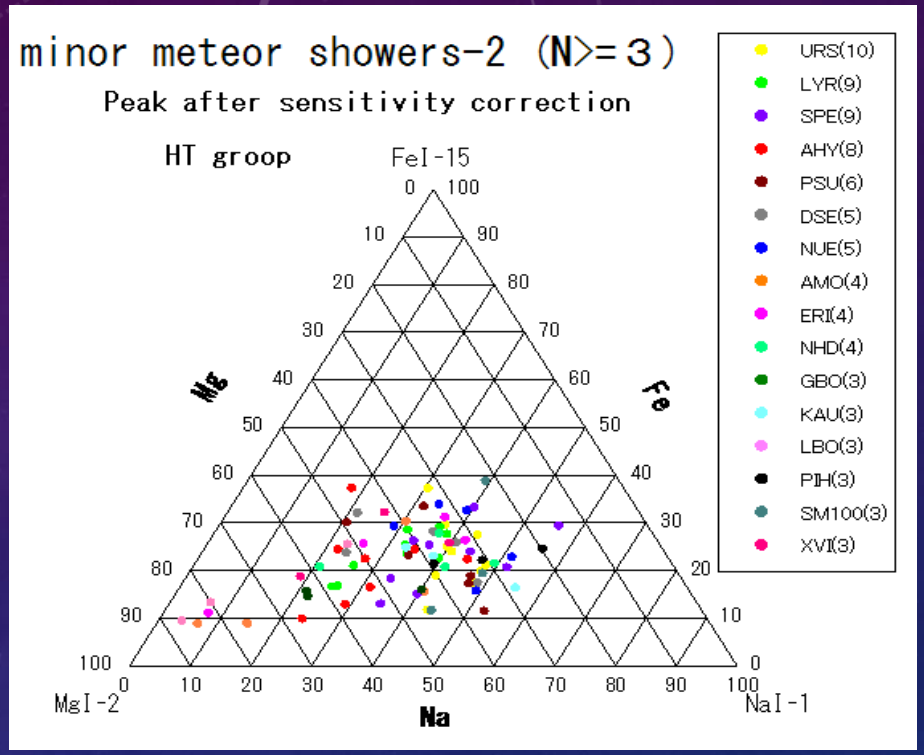
2つ目は、5月の**みずがめ群**の結果です。**Nomalが殆ど**で中央に集中しています。Naの割合が30-40%に集中が見られます。鉄の割合は、20-35%に集中しています。

3つ目は、2019年-2020年の**やぎ群**の全流星15個のスペクトルの三角図です。三角図の中央に集中しています。**NomalとFe poorが殆ど**です。明るい流星が多くスペクトルがよく出ています。Naの割合が30-50%に集中が見られます。また、鉄の割合は、10-30%に集中しています。

4つ目は、**一角獣群**のタイプ別の結果です。**4つのタイプ**に分かれました。**Fe poorが殆どです**。Naの割合が10－60%と広く分布しています。**qが小さいのでNaの枯渇**が見られているようです。

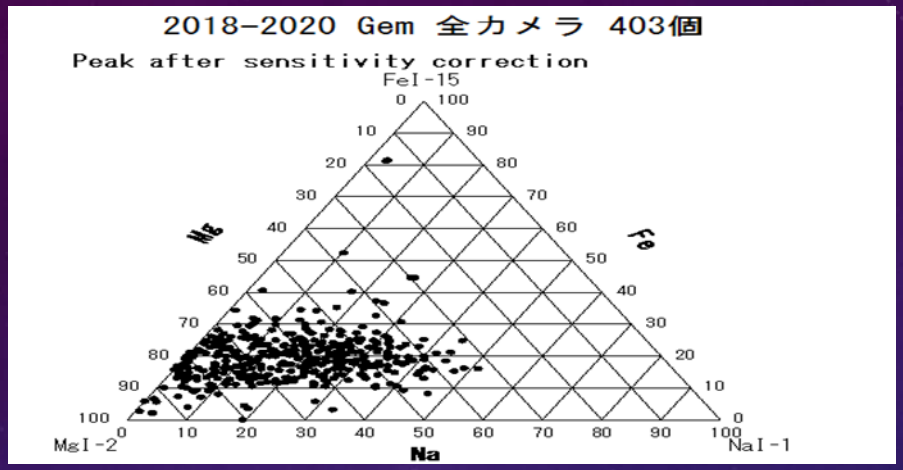
流星数が3～10個の小流星群の三角比

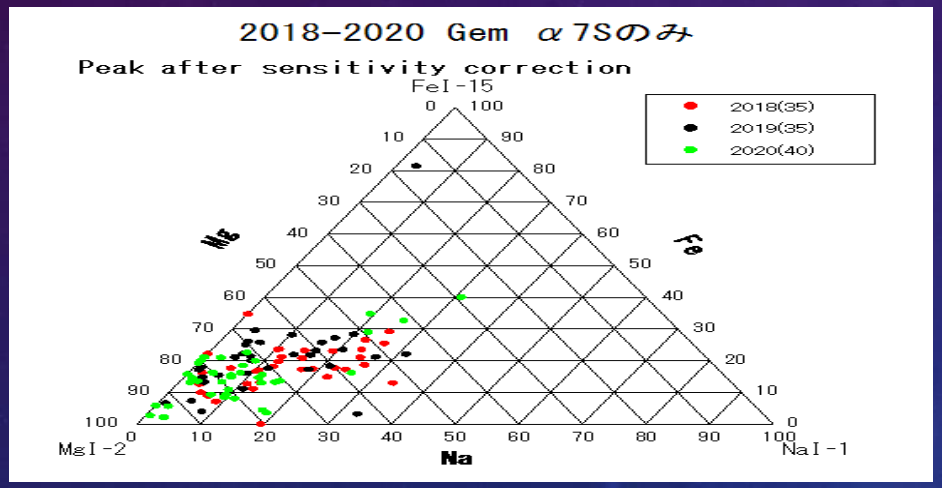


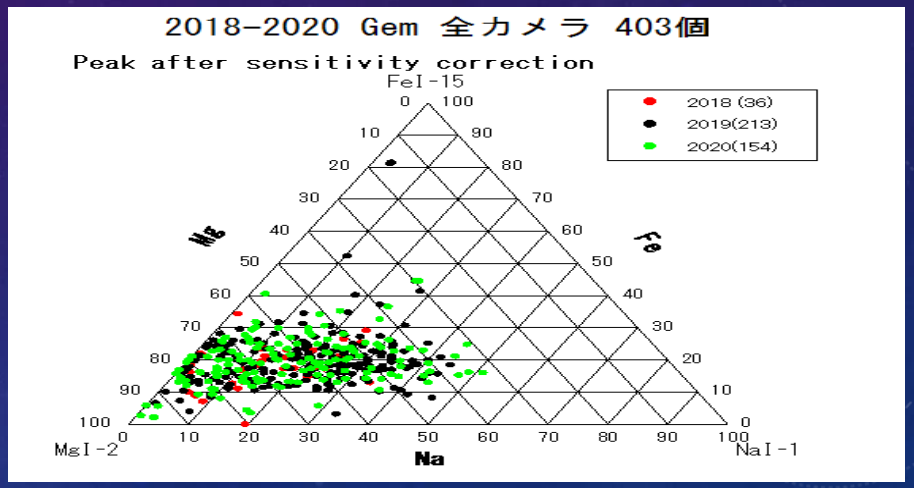


左がA-CとJFグループで、右がHTグループに分けてあります。左右から分かることは、**Naが0-30%と少ない群**は、軌道から見ると**SCC**(q=0.1 i=5 a-c) と**XUM**(q=0.2 i=67 a-c)と **NDL**(q=0.5 i=5 a-c)と**ACC**(q=0.5 i=8 a-c)と **NOO** (q=0.1 i=20 JF)と**OLE** (q=0.1 i=30 JF) となっています。これらは、全てで、qが小さくAsteroidal-chondritic class (A-C)とJupiter-family orbits(JF)です。また、Halley-type orbits (HT).タイプのものとして**AHY**(q=0.3 i=60 HT)と**AMO** (q=0.4 i=130 HT)と**LBO**(q=0.97 i=80 HT)と**GBO**(q=0.9 i=80 HT)があります。**Naの少ない群は、Naの枯渇**があるものと考えられます。**Feが多い群**として**ACC**(q=0.5 i=8 a-c) と**NCC**(q=0.4 i=3 a-c) と**SLE**(q=0.7 i=5 a-c) さらに、**Naが多い群**として**HVI** (q=0.8 i=1 JFとa-c)と**JNO**(q=0.8 i=5 a-c)と**KCG**(q=0.9 i=30 JFとa-c)と**BCD**(q0.8= i=6 a-c)があります。**他の小流星群**は、中央部に分布しています。

流星スペクトルの得られた全Gem群の三角比

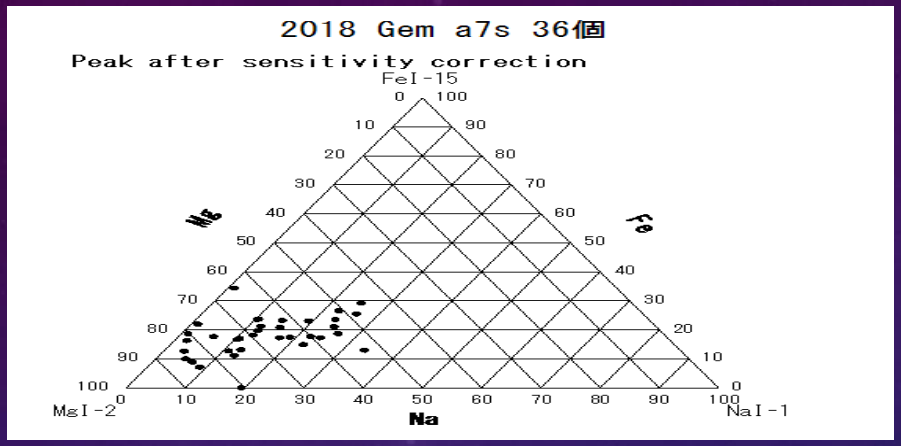


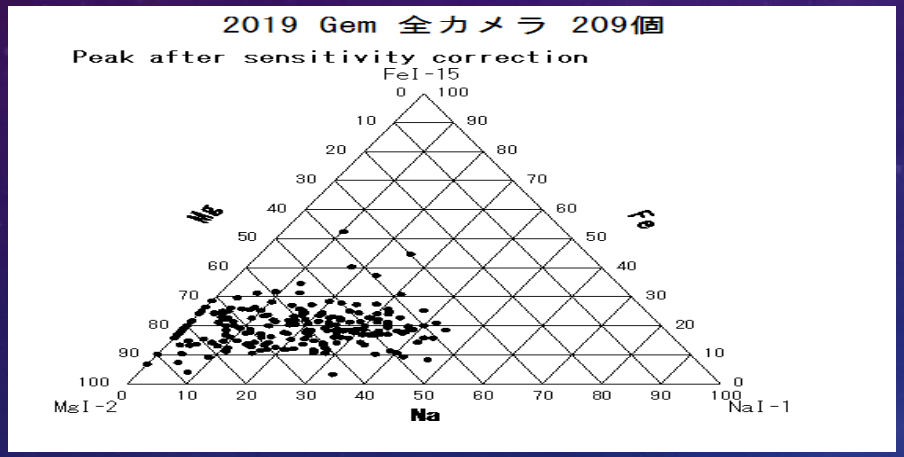


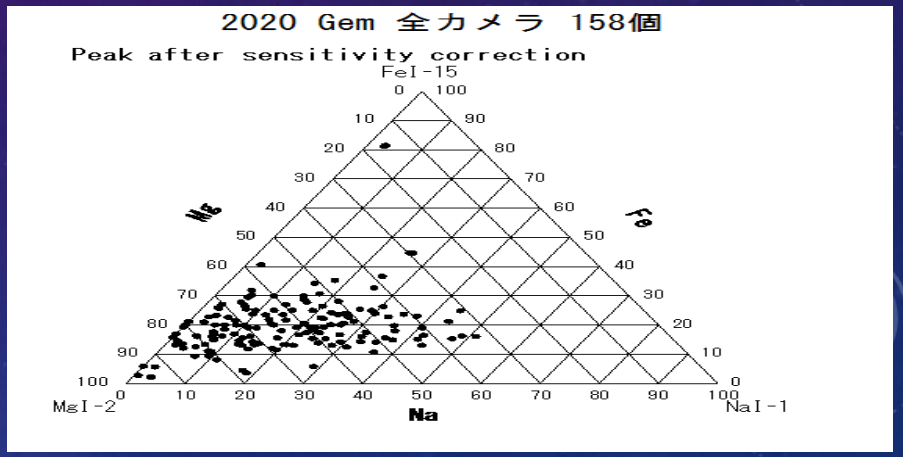


上は、2018年から2020年のふたご群の全流星のスペクトルの三角図です。三角図の中央から左側によっています。Naの割合が0から40%に集中が見られます。また、鉄の割合は、10-30%に集中しています。鉄流星が2個撮影できています。左下は、a7sのみの結果で3年分を分けています。右下は、全カメラの3年分を分けています。2018年は、赤点。2019年は、黒点。2020年は、緑点です。**A7s(50mm)のみと全カメラでは、ともに年によって分布の仕方が違います。全カメラは、6mmが多いので明るい流星も多く広い範囲に広がってます。**

流星スペクトルの得られたGem群の年別の三角比

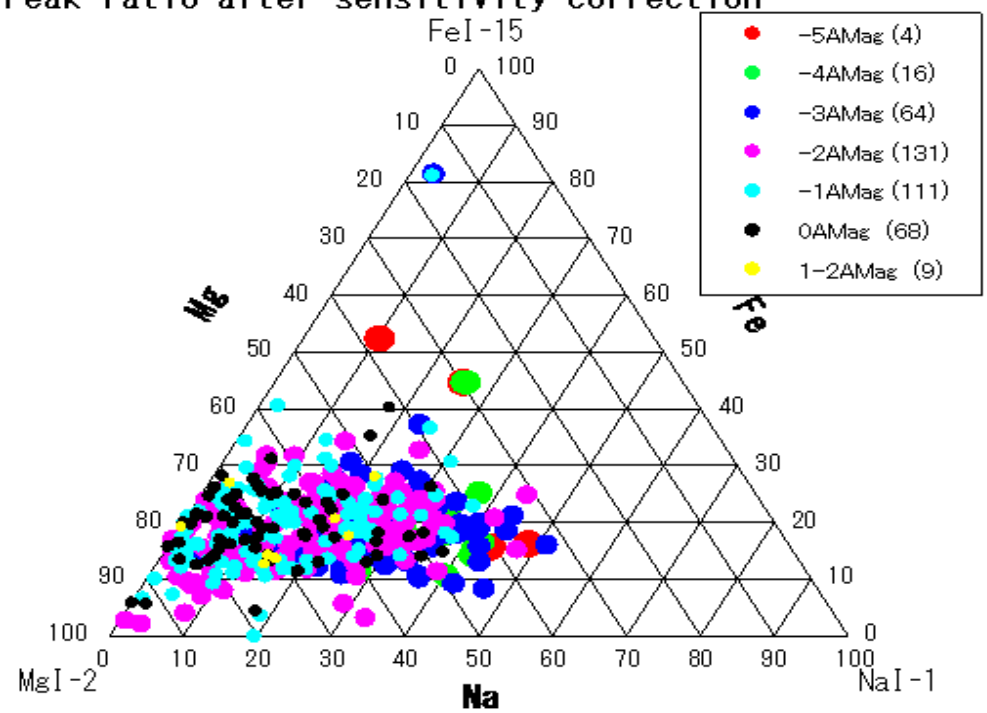


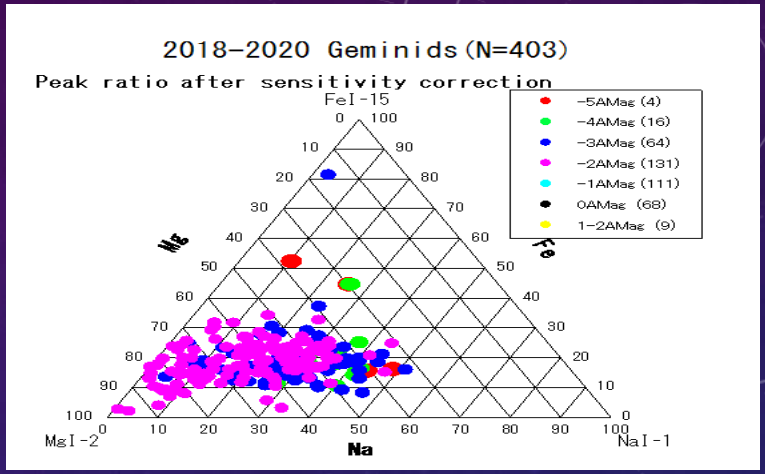


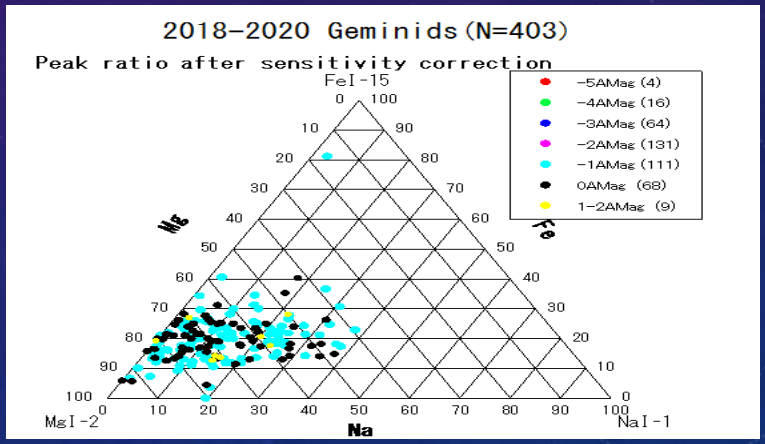


前のスライドの上の全部のふたご群のグラフを年毎に分けました。上は、2018年のa7sのみの結果です。Naは、30%以下です。左下は、2019年の全カメラによるふたご群の結果です。極大付近の明るいものが焦点距離の短いレンズでたくさん撮影され、Naの20-40%に集中が見られます。右下は、2020年の全カメラのふたご群のスペクトルの結果です。2020年の方は、Naの割合が30-40%に集中が見られないで、0－30%に集中しています。**年によって分布の集中の違いが見られますがFeの分布の範囲は、10－30%と似た傾向**があります。

スペクトルの得られたGem群の絶対光度別の三角比

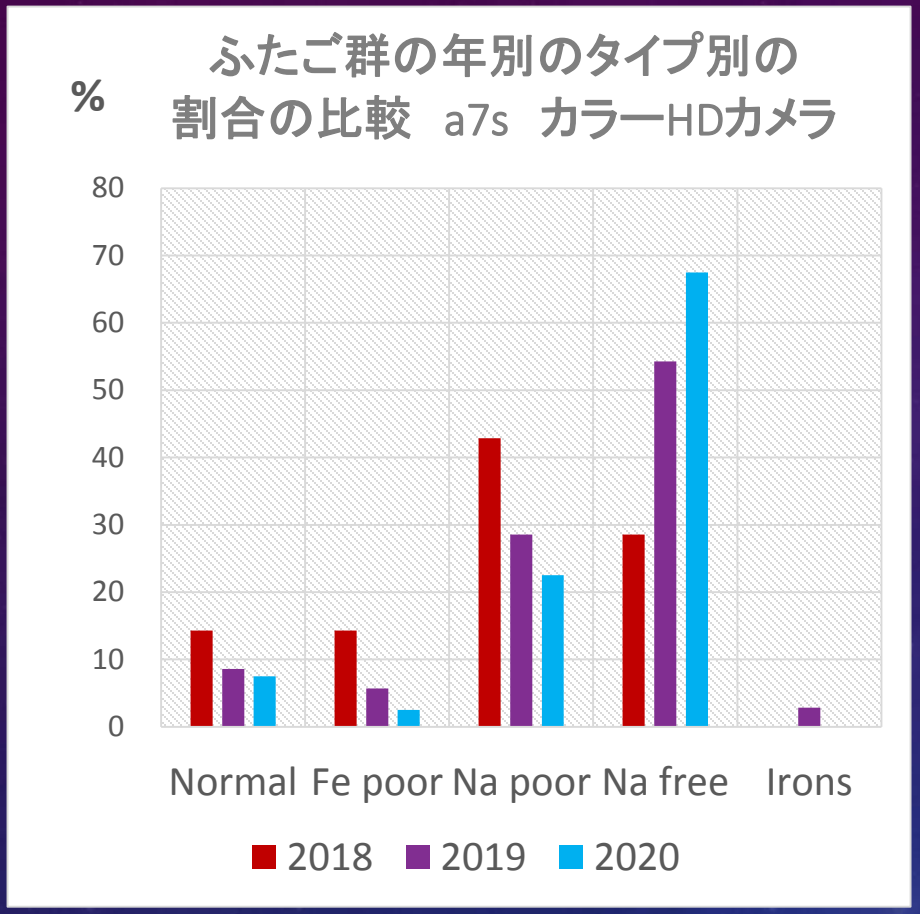


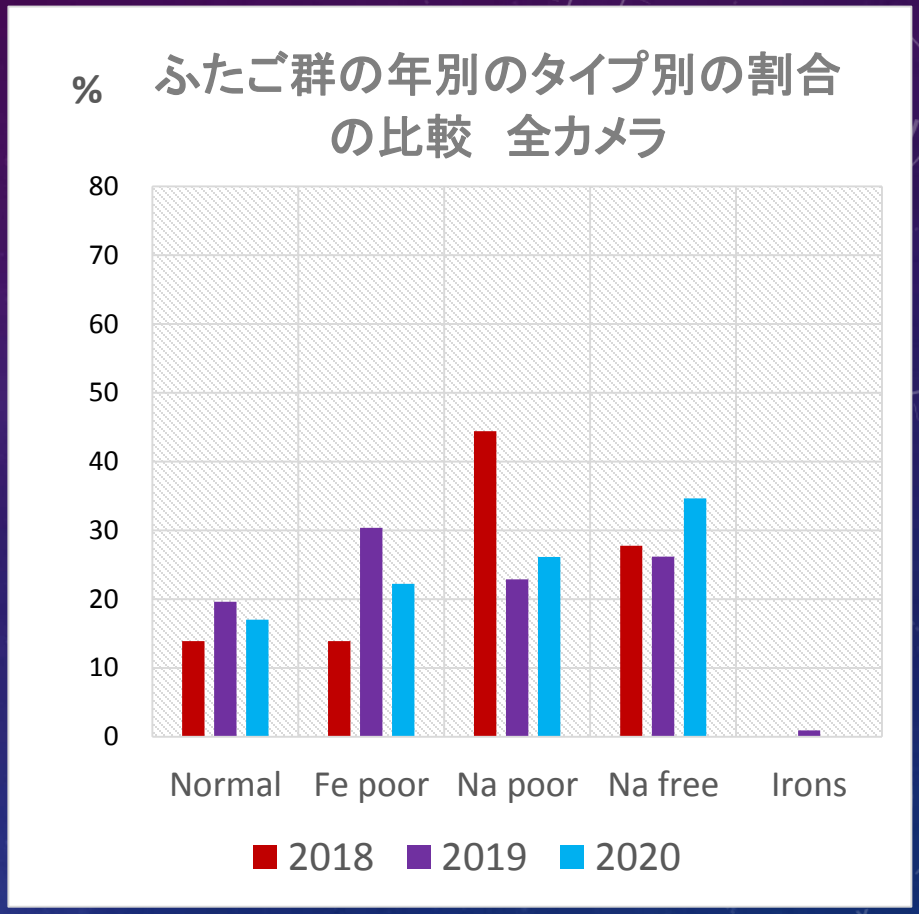




左は、2018年から2020年の全カメラによるふたご群の全絶対光度別の三角比です。中央に明るいものが左に暗いものが集中しています。重なりが多いので2つに分けました。右上は、絶対等級－5等から－2等までの明るい流星の分布です。右下は、絶対等級－1等から2等までの暗い流星の分布です。－2等から－1等は、やや広がりが大きいですが、集中部のずれは、10%程度あります。0等から2等は、左の0－10%の範囲が多くなっています。**暗い流星は、Naの量が少ないので、暗い流星ほどNaの枯渇が起きやすい**と考えられます。

Gem群のカメラごとの年によるタイプ別の割合





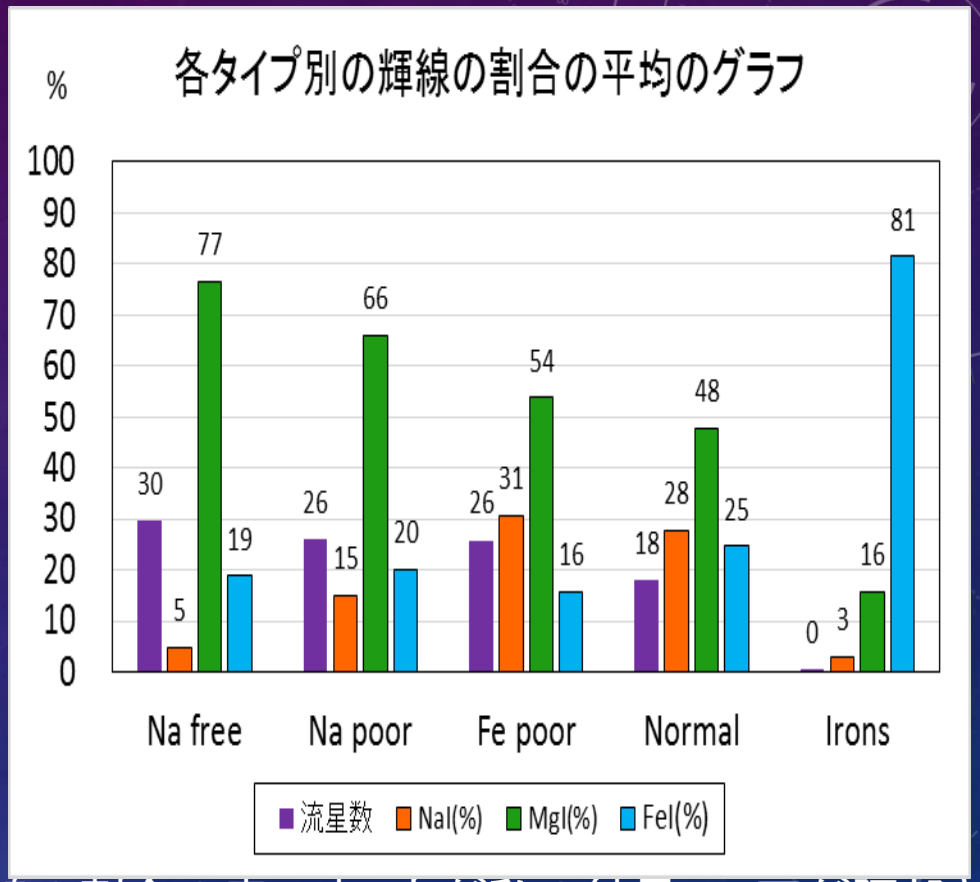
左は、a7sの50mm レンズのみのふたご群のタイプ別の割合の年による変化です。年によって割合の違いが見られます。NomalとFe poorが少なく、Na free とNa poorが多いですが年によってばらつきが見られます。Na Freeが、毎年割合が増えていて他の3つは逆に毎年減っています。 右は、全カメラの結果です。こちらも、年によってタイプの一番多いものは、違います。2019年だけがNormalタイプとFe poorが他の年より多かったことがわかります。2018年と2020年の方は、反対にNa free とNa poorが多かったことがわかります。

全Gem群のタイプ別の輝線の割合の平均の比較

Class	流星数	NaI(%)		MgI(%)		FeI(%)	
Na free	119	4.7	±2.6	76.6	±6.1	18.8	±5.5
Na poor	105	14.9	±2.4	66.0	±6.3	20.0	±5.7
Fe poor	104	30.6	±6.1	53.8	±6.4	15.7	±2.5
Normal	73	27.8	±4.4	47.7	±5.6	24.6	±3.4
Irons	2	3.1	±0.0	15.6	±0.2	81.4	±0.1

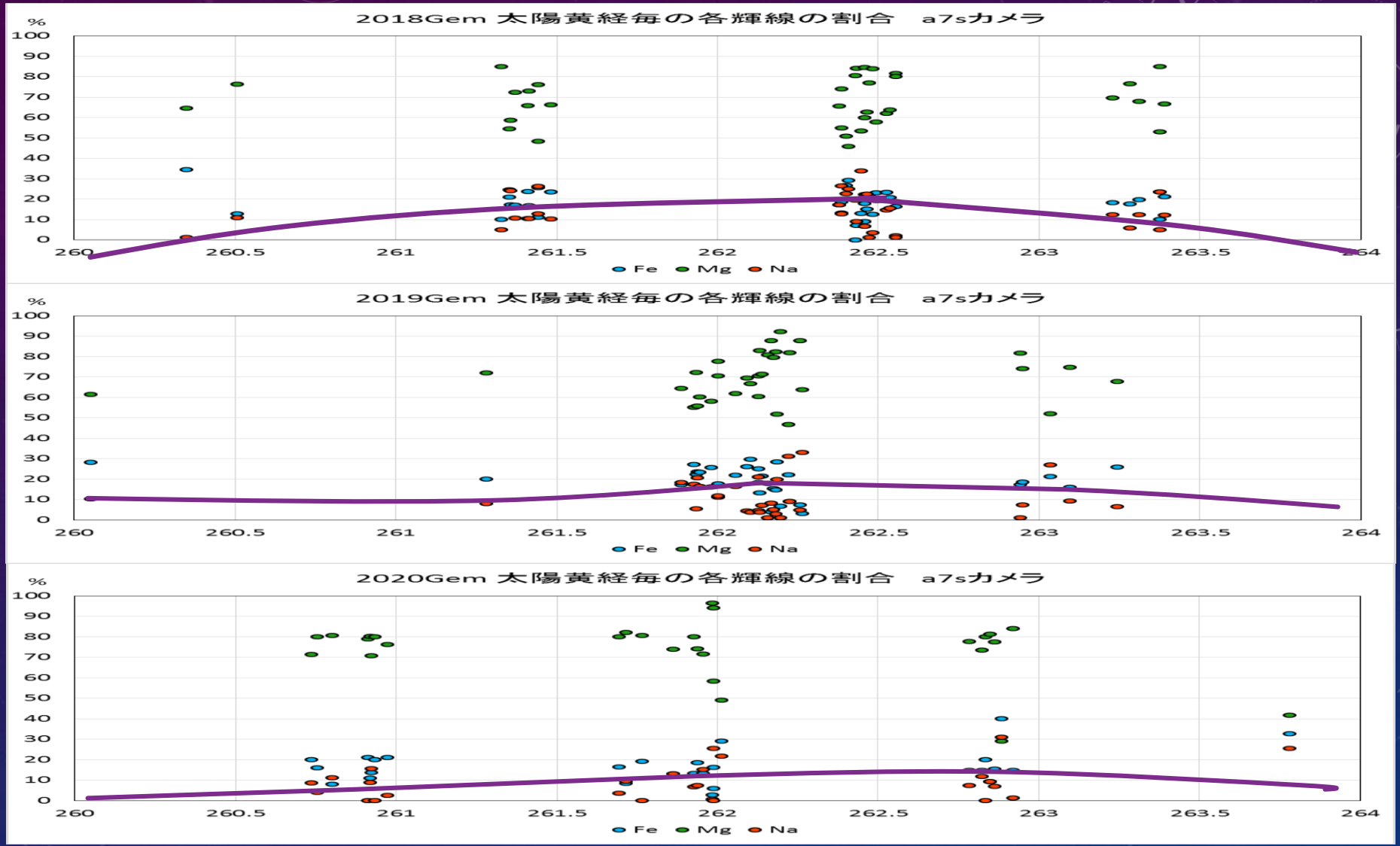
第3回スペクトル研究会資料　阿部氏
2017年と2018年のGemの合計

Class	流星数	NaI(%)		MgI(%)		FeI(%)	
Na free	114	3.7	±2.6	75.1	±6.4	21.2	±6.0
Na poor	24	12.8	±1.7	70.0	±4.6	17.6	±4.6
Fe poor	9	31.8	±9.6	52.1	±9.7	16.1	±2.9
Irons	3	0.37	±0.3	12.1	±6.0	87.6	±5.7



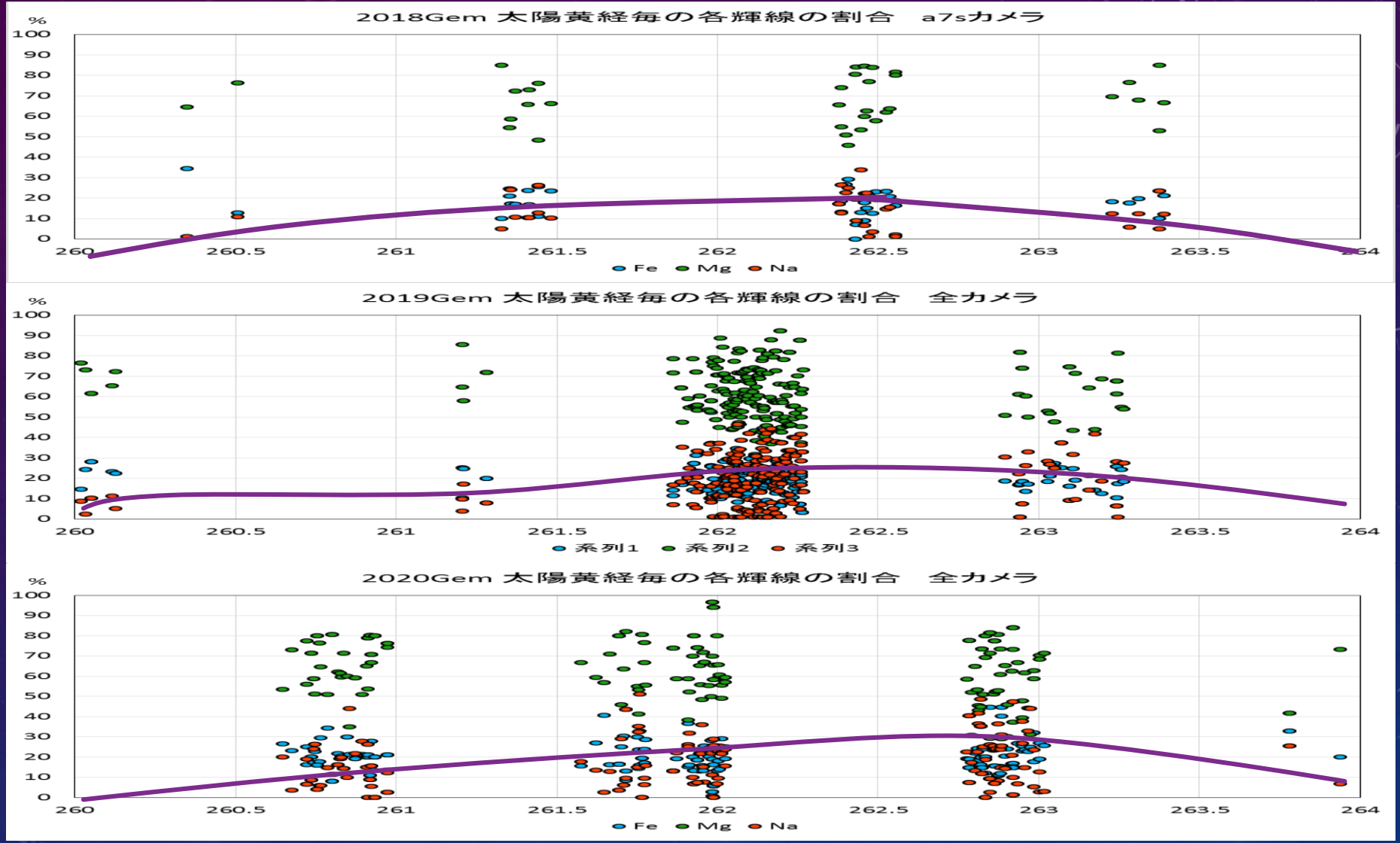
左は、全カメラのふたご群のタイプ別の輝線の割合の表です。上が私の結果で、下が阿部さんの結果です(第三回スペクトル研究会資料参照)。**タイプによって輝線の割合の違い**が見られます。ともに、Na freeが一番多くNaの枯渇がわかります。タイプ別の輝線の割合も大体似た傾向になっています。右は、私の左の表をグラフにしたものです。**Feは、Ironsを除くとタイプ別でも大体同じ割合ですが、Mgは、タイプによって減っています。Naは、逆に増えています。**このことからも**ふたご群は、Na freeが多いのでNaの枯渇が起きている**ことがわかります。

a7sのカメラのGem群の各年の太陽黄経毎の輝線別の割合



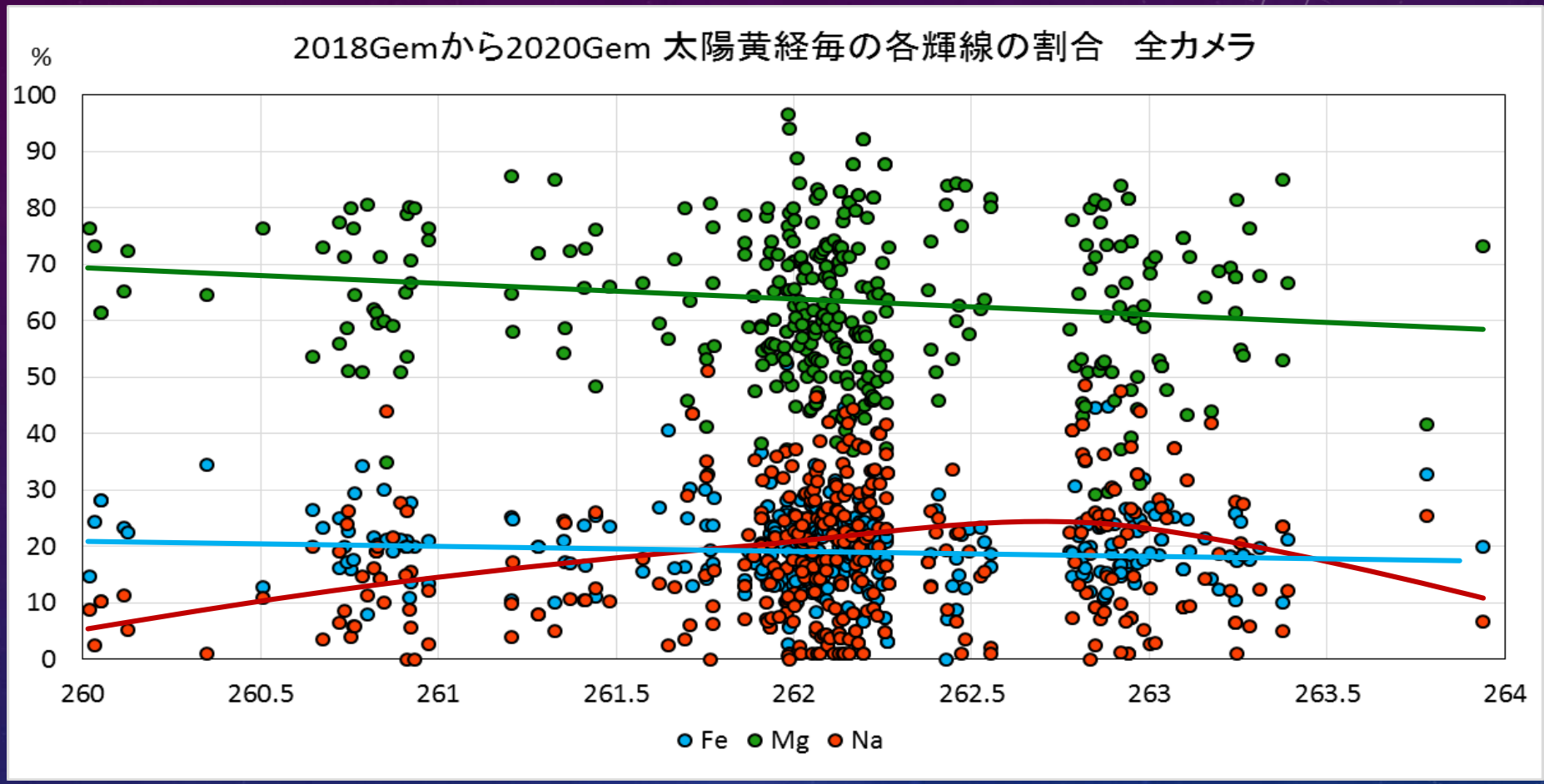
上は、a7sの50mm レンズのみのふたご群の輝線別の割合の年による変化です。年によって大きな違いは、見られません。**Mgが一番多く、次にFeが多く、Naは、一番少なくなっています。このことからもNaの枯渇がわかります。どの年も極大付近でNaがやや多くなる傾向**が見られます。2019年は、極大前が天候が悪く数が少なくなっています。

全カメラのGem群の各年の太陽黄経毎の輝線別の割合



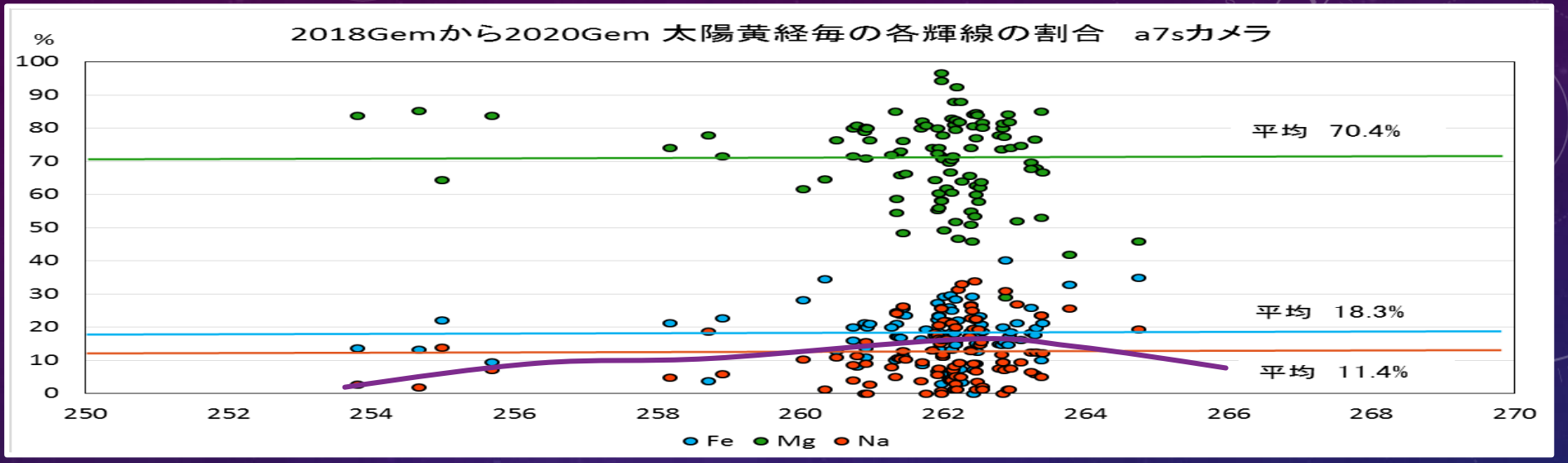
上は、**全カメラ**のふたご群の輝線別の割合の年による変化です。どの年も極大付近と極大前後にNaがやや多くなる傾向は、前のスライドと変わりません。2019年は、極大付近のため、Naが、他の年よりもやや多くなっています。2018年と2020年は極大後の方が少しNaが多くなっています。Feは、広がりが一番少ないです。**Naの増加曲線は年によって違った変化**をしています。

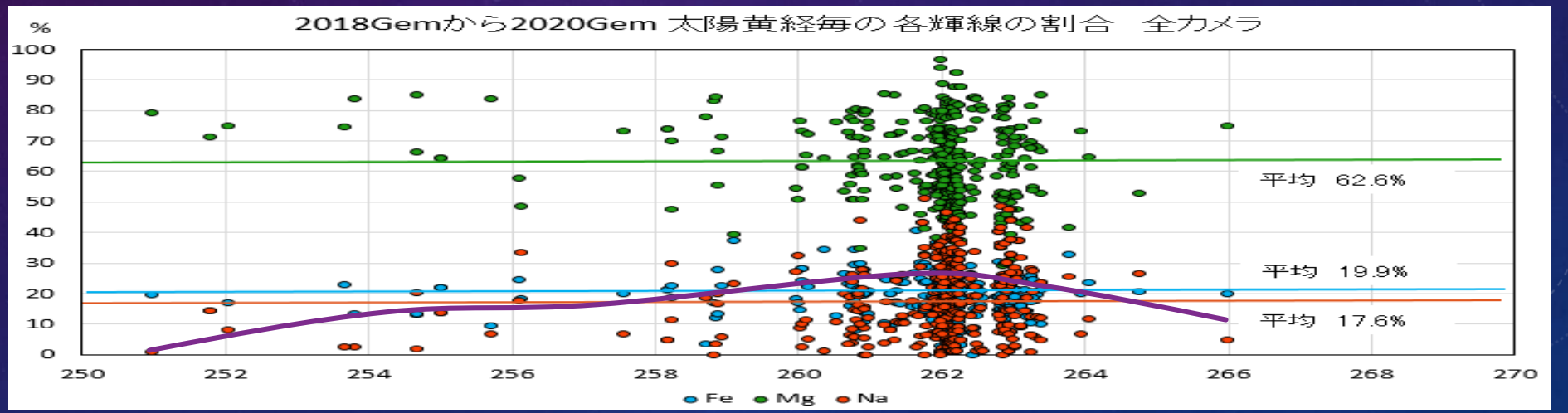
全カメラの3年分のGem群の太陽黄経毎の輝線別の割合



全カメラの3年分のふたご群の太陽黄経毎の輝線別の割合の変化です。まとめたことでふたご群全体の傾向が見えてきました。**Fe の割合は、20%程度の広がり**で、広がりの範囲は、一番少ないです。Naは、極大付近と極大前後にやや多くなる傾向は、変わりません。また、**Naは、極大前より極大後にやや多くなっています**。Mgは、Naと反対で極大付近と極大前後にやや減る傾向が見られます。まだ、隙間がありますが今年の結果が入ると4年分となりまた、傾向がわかりやすくなると思われます。

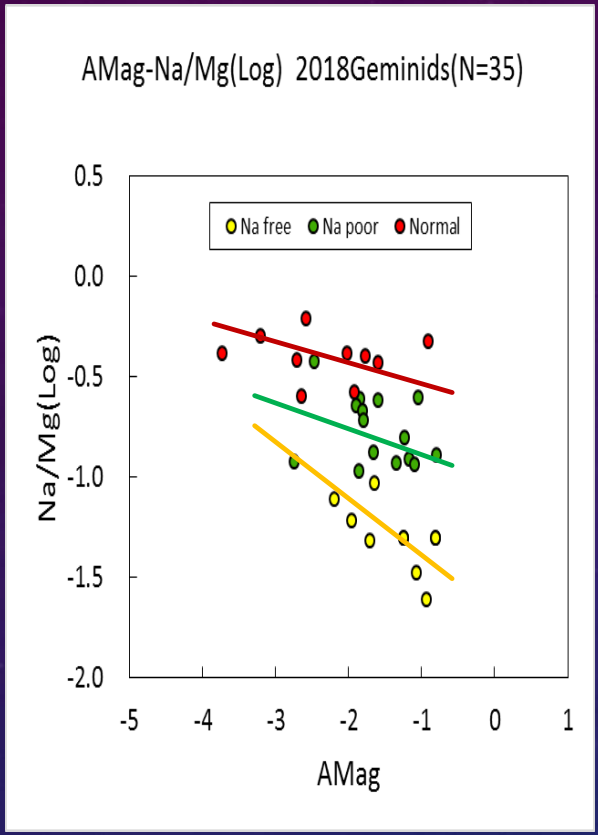
a7sと全カメラのGem群の3年分の太陽黄経毎の輝線別の割合

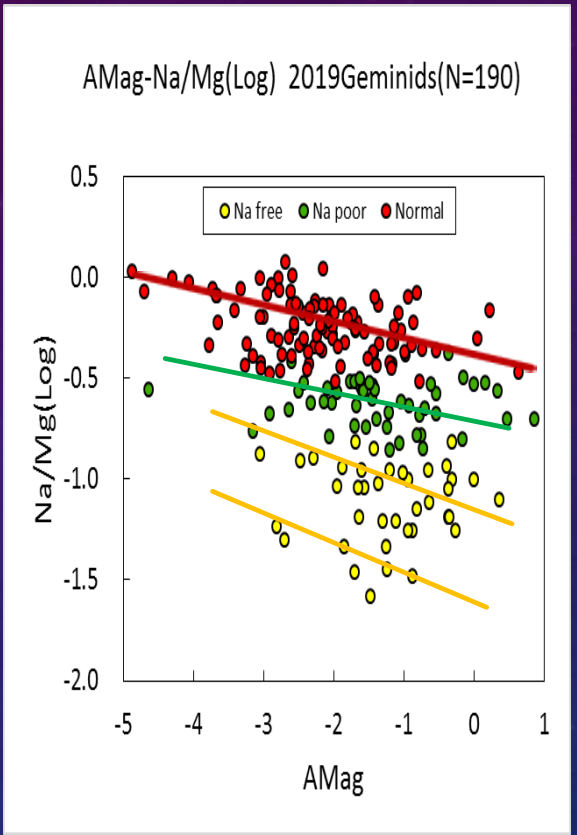


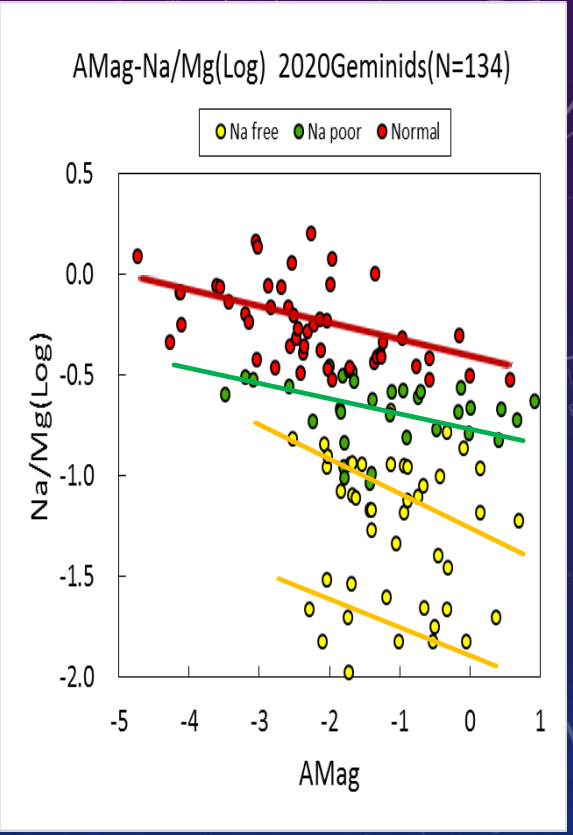


上は、a7sの50mmレンズのみの3年分のふたご群の変化です。太陽黄経の範囲を前後少し増やしました。**Mgの平均は、約70%で、Feの平均は、約18%で、Naの平均は、約11%**です。下は、**全カメラ**の3年分です。**Mgの平均は、約63%で、Feの平均は、約20%で、Naの平均は、約18%**です。カメラによってやや違いが見られます。前のスライドと同様に、Naは、極大付近と極大後にやや多くなる傾向は、変わりません。MgとFeの傾向も変わずよくわかります。

全Gem群の各年のAmagとNa/Mg(Log)の関係

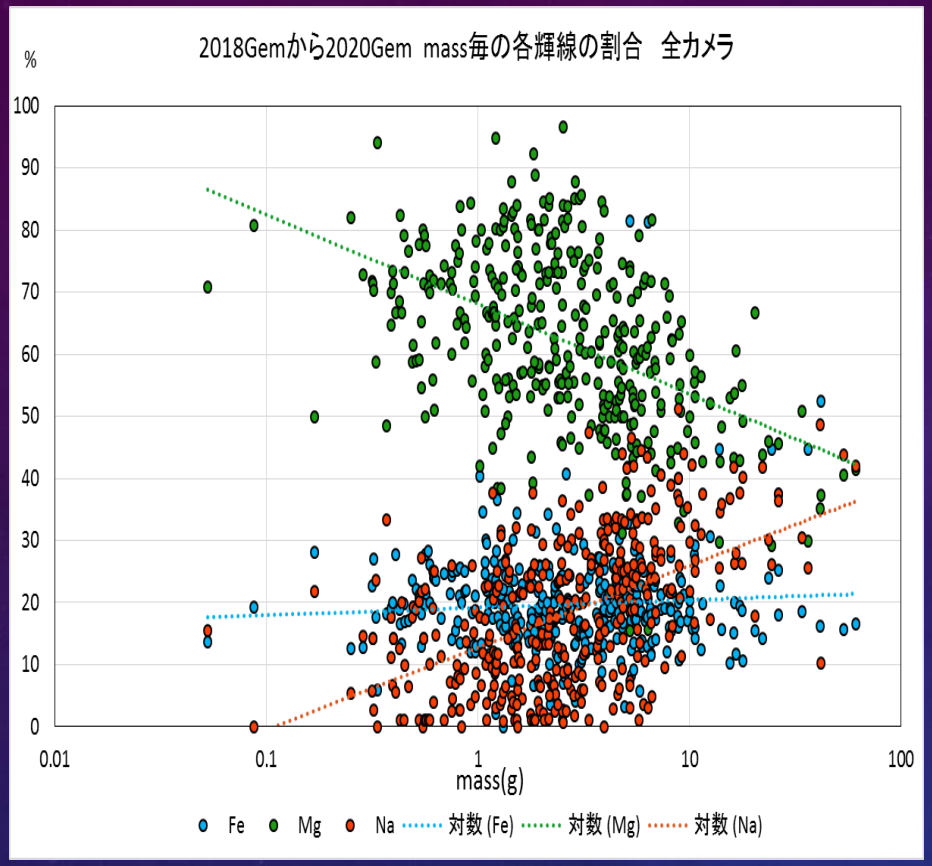


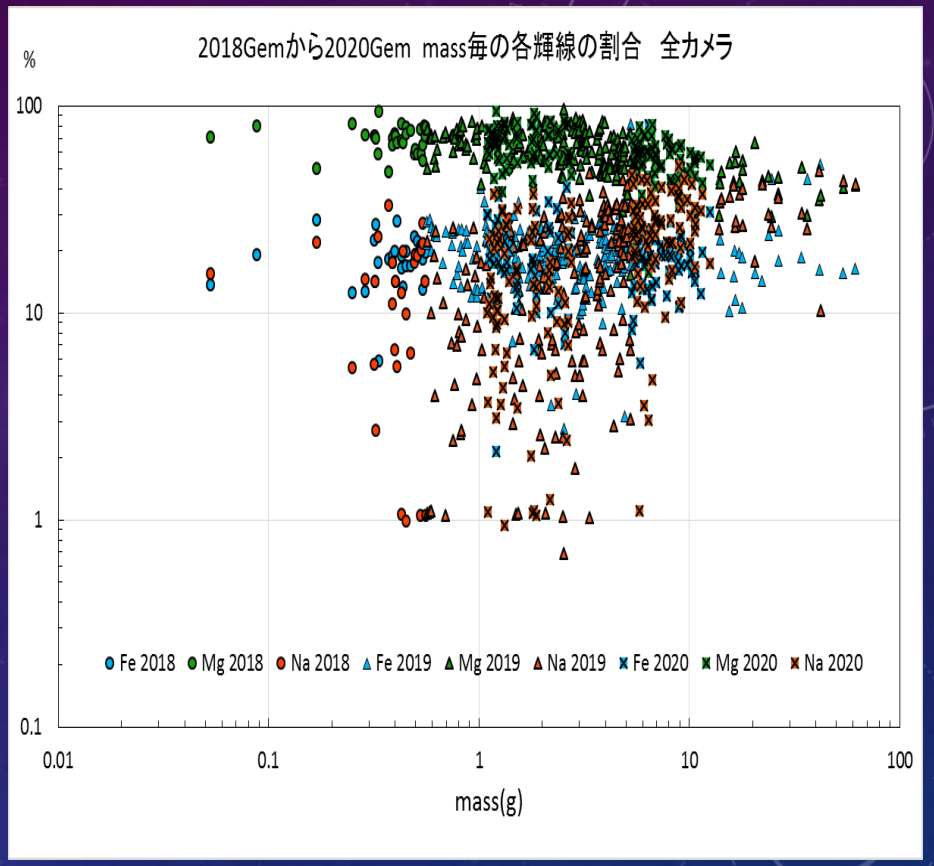




左は、2018年の a7sの50mm レンズのみのふたご群のタイプ別のAMagとNa/Mg(Log)の関係のグラフです。3つのタイプともAMagが小さくなるとNa/Mg(Log)の値も小さくなっています。真ん中は、2019年のふたご群のタイプ別のAMagとNa/Mg(Log) の関係のグラフです。右が2020年のふたご群のタイプ別のAMagとNa/Mg(Log) の関係のグラフです。**3年間とも3つのタイプで似たような直線の傾き**になっています。2019年と2020年は、2018年よりもNaのばらつきが大きくNa Freeが2つのグループに分かれているように見えます。**暗い流星ほどNaが少なくなっているのでNaの枯渇が見られている**ことがわかりやすくなったと思われます。

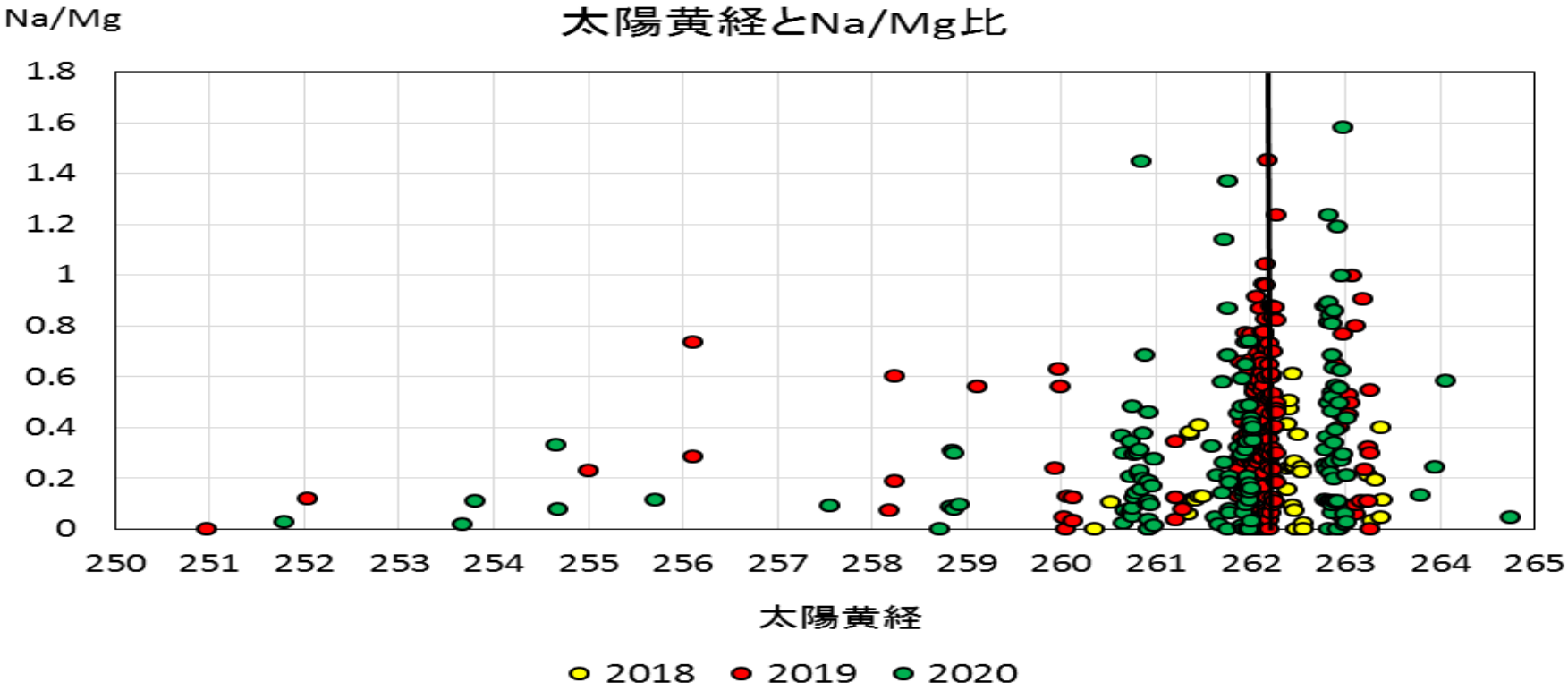
全Gem群のNaとMgとFeのそれぞれの割合とMassの関係





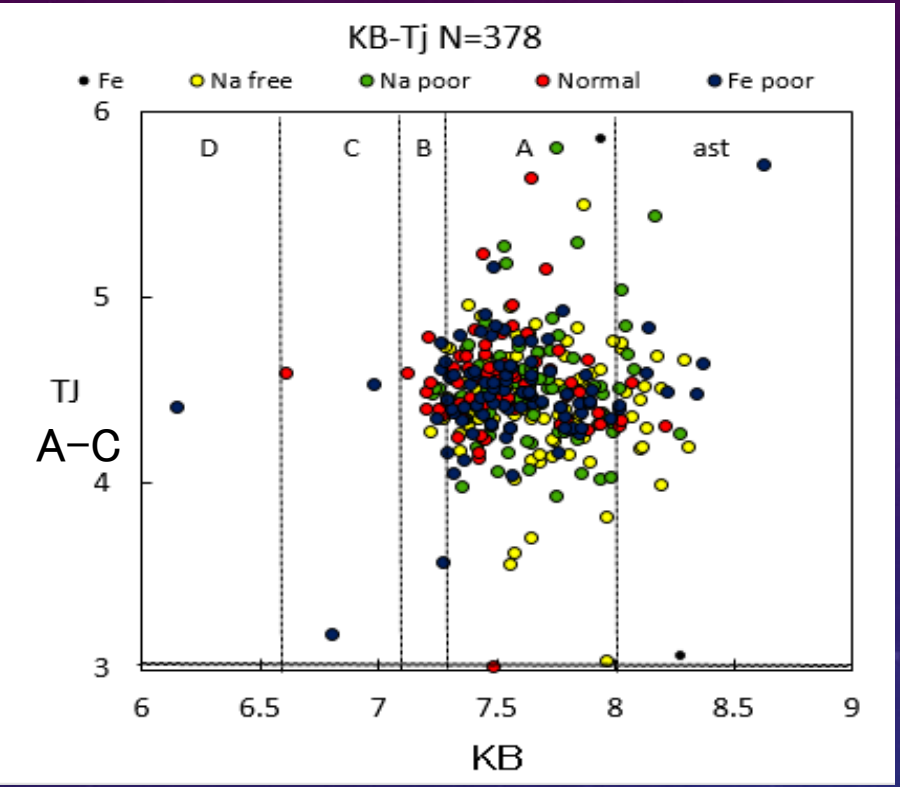
左は、2018年から2020年までの3年間のふたご群の全流星のNaとMgとFeのそれぞれの割合とMassの関係のグラフです。質量の小さいほどMgの割合が多くなっています。Feは、殆ど変りません。**Naは、質量の小さいほど割合が少なくなっています。このことから、Naのみ質量に依存して変動や枯渇していること言えます。**右のグラフは、縦軸を対数にしてあります。また、年ごとにマークを変えています。**MgやFeに比べて、Naの広がりが大きいことがわかります。年によっての質量の違いも見られます。**2018年は、0．1gから1gに集中しています。2019年は、0．6gから6gと幅広くて分布し、15gから70gまでの重いものもあります。明るい流星が多かったことからもうなづけます。2020年は、1から10gに集中してます。

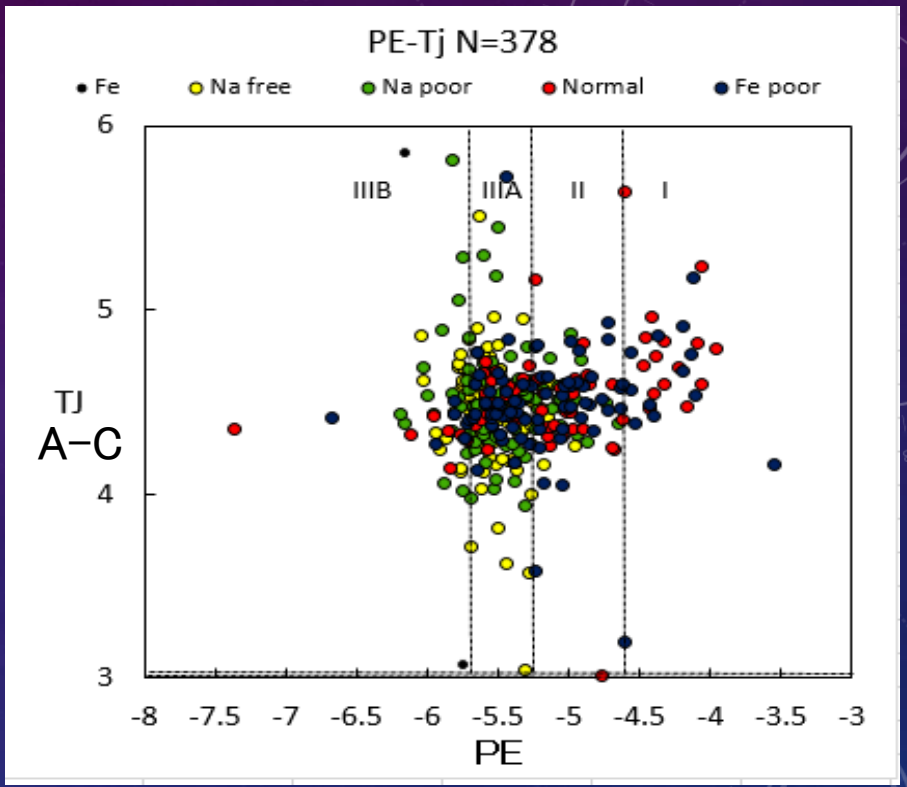
全Gem群の年別の太陽黄経とNa/Mgの関係



全カメラの3年分のふたご群の年別の太陽黄経とNa/Mg比です。太陽黄経の範囲は、250－265です。極大は、2019年の262．1度付近としました。これを見ると、**2018年と2020年が極大後に少しNa/Mg比が多くなっています。2019年は、ほぼ極大で極大前と比べると極大後の方が約2倍近く多くなっています。**これは、261度付近は、天候が悪かったので、もう少し多かったものと思われます。このことから、**ダストトレイルの分布は、太陽黄経によってNa量の分布が異なると考えられます。前のスライドと合わせるとNaが多いほど質量が大きいという結果から、小さい流星ほどポインティング・ロバートソン効果が大きく効き、極大前に小さい流星が観測されやすい**と考えられ今までの先行研究と似た結果になりました。

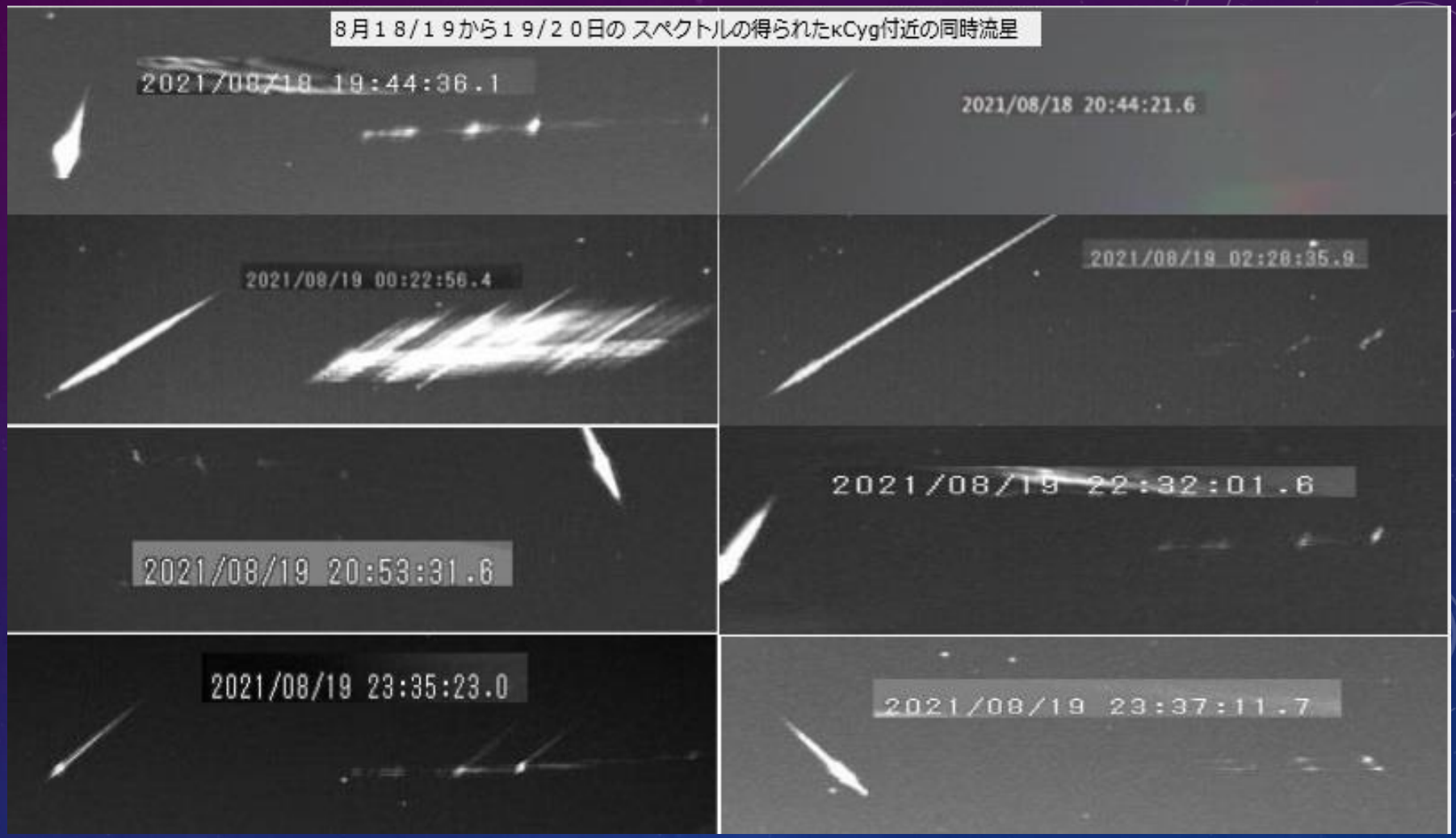
軌道の求まったGem群のTJとKBとTjとPEの関係





左は、2018年から2020年までの3年間の軌道の求まったふたご群の全流星のKBとTjの関係のグラフです。**ふたご群は、Tjでは、小惑星とコンドライトA−Cタイプ**です。**KBのタイプでは**、astタイプには、Fe poorとNa poorとNa freeが見られます。**Aタイプには、殆どのタイプがTj4−5に集中しています。特にNormalとFe poorが多いです。Na poorとNa freeは、ややばらけています**。CとDタイプは、殆どありません。右は、PEとTjの関係のグラフです。**PEのタイプでは**、Iのタイプは、NormalとFe poorだけです。IIのタイプもNormalとFe poorが殆どで、Na poorとNa freeが少し見られます。 IIIAタイプには、殆どのタイプがTj 4−5に集中しています。Na poorとNa freeが多く中央に集中していますがやや広がりもあります。この**IIIAタイプが一番多い**です。IIIBは、 Na poorとNa freeが多くNormalとFe poorは、ほんの少しです。

８月下旬のはくちょう群と思われる流星のスペクトル



上は、８個のはくちょう群と思われるスペクトル画像です。**似たような光度変化**をしています。タイプは、**NomalとFe poorが多い**です。もう一つ下のサイトにアップしてあります。
http://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=4982　また、軌道計算結果等もアップしてあります。**今年は、７年周期で活発な活動**がとらえられました。**３つの群の複合群**のようです。

流星スペクトルの解析のまとめ

- ８台のカメラの観測で、ほぼ2年4か月で2390個近くのスペクトルが得られました。今回のデータは、2018年10月から2021年2月までの解析をしました。8つのタイプが得られました。Feが50−80%になっているタイプが46個得られました。Fe richのタイプであることが2019年の論文からわかりました。発光高度とNa/Mg比や速度によるタイプの違いを調べ速度によって違いが見られました。
- 解析結果を元にQua群Com群Per群Tau群や小流星群のタイプ別に分類し比較しました。Gem群の三角図を作成し考察しました。今回は、ふたご群の年とカメラによる三角比やタイプ別の割合等を比べました。ふたご群の年やカメラによって違いが見られました。また、色々な方法でNaの枯渇が見えてきました。
- ８月のはくちょう群と思われるスペクトルと軌道の結果から似たような光度変化をしていてタイプは、NomalとFe poorが多いことがわかりました。
- 2019年の流星会議の自動観測によるスペクトル観測と結果「2018年から2019年3月まで」の結果は、以下に公開しています。
  https://www.web-nms.com/app/download/13829249327/%EF%BC%A8%EF%BC%B0%E7%89%88%E9%9B%86%E9%8C%B2-5.pdf?t=1572683438
- オンライン流星物理セミナーに2018年10月から2020年8月までの詳細の結果を以下に公開しています。
- http://msswg.net/mssonline/MSS19-spectrum-20201125-Sekiguchi-2018to20.pdf

2021/1/29 03:21:19のスプライト(永井和男,萩原亜香)
2021/1/29 03:21:19のスプライトが同時観測出来ました。
また、スペクトルの取得が出来ました。
SpriteAnalyzerV2を用いて解析しましたので報告します。
スプライトは房総半島南の高度は40km前後と低空になりました。
これは解析の問題ではなく観測地の基線長が短かった事が主な
原因となり正しく測定出来ませんでした。
結果に異議はあるものの手法面で今後の参考になるか思います。

2021/1/29 03:21:19のスプライト

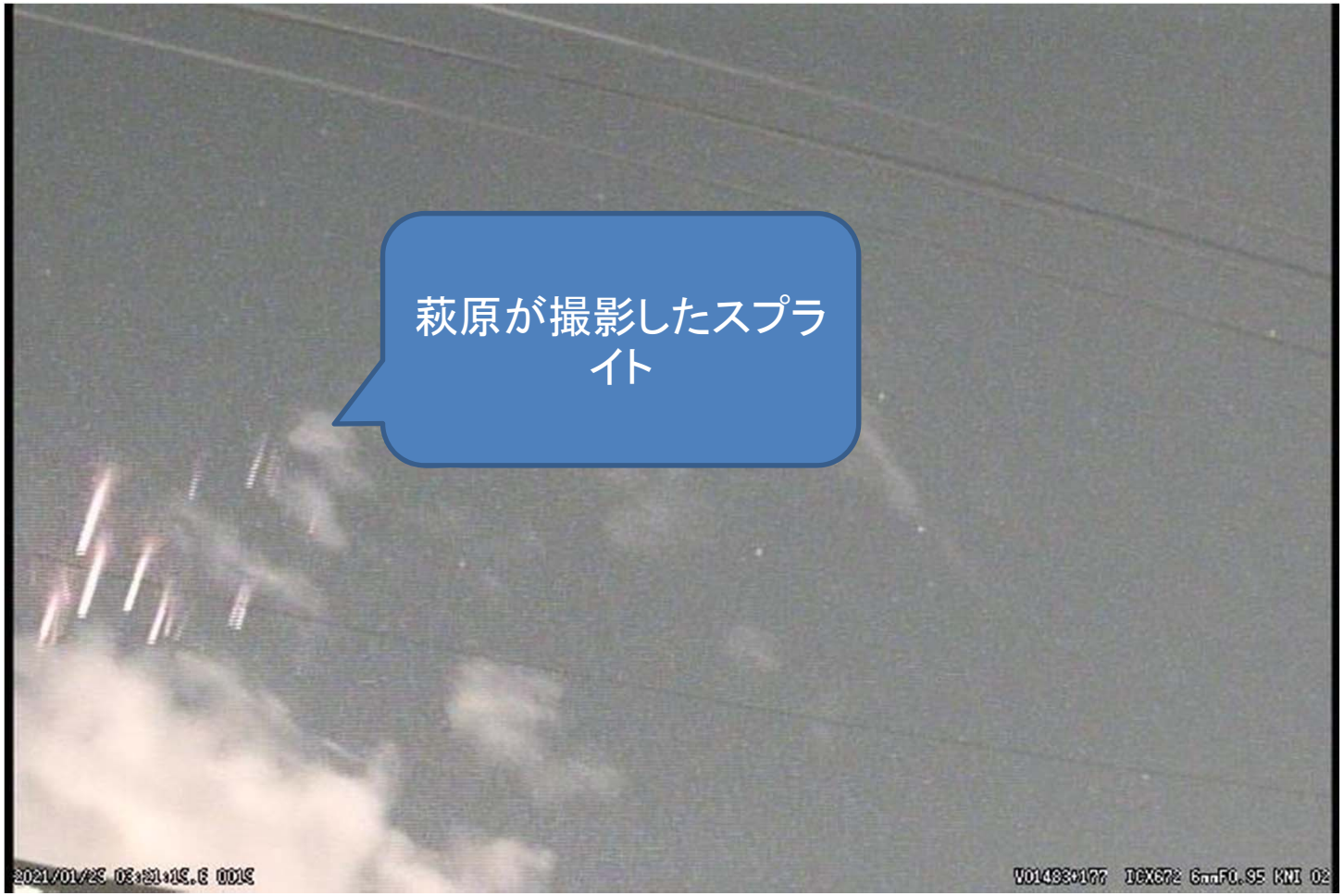
2021/2/6

平塚市博物館 流星分科会　永井和男
平塚市博物館 流星分科会　萩原亜香

アブストラクト

- 2021/1/29 3時過ぎに相模湾上空方向にスプライトが発生しました
- 永井・萩原はスプライトの同時観測に成功しました
- 永井はスペクトル撮影も取得出来ました
- 同時観測からスプライトの高度を求めましたので報告します
- スペクトルについては波長校正・分光感度補正を行いました

KNI（萩原）

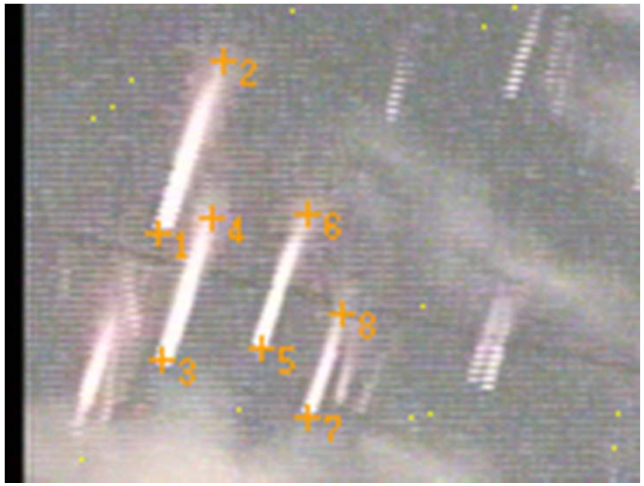


KN9（永井）

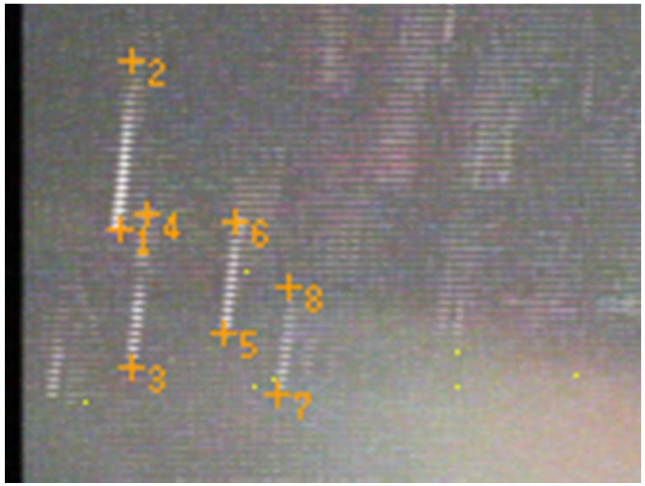
永井が撮影したスプライトと、そのスペクトル
2021/01/29 03:21:19.5(LT) 0060
V01578+179 ICX672 6mmF0.95 KN9 02

方位角・仰角

KNI（平塚）



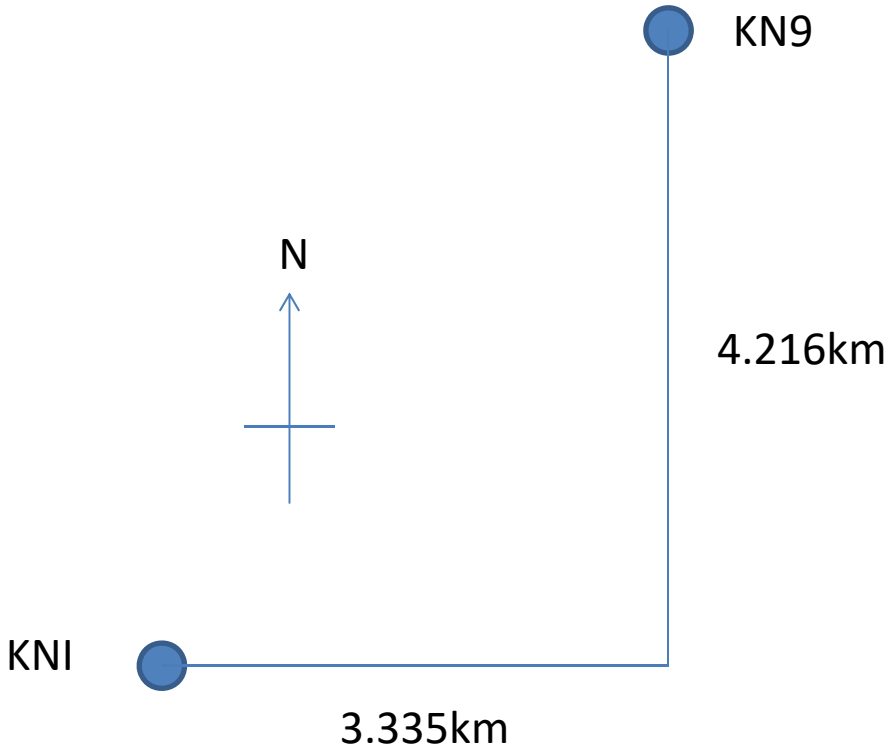
KN9（茅ヶ崎）



_pos	_KNI		_KN9	
	_az	_ev	_az	_ev
1	147.35	26.24	150.12	26.84
2	147.48	29.61	149.97	29.88
3	148.14	24.06	150.56	24.37
4	148.22	26.84	150.58	27.18
5	149.81	24.76	152.25	25.13
6	149.94	27.35	152.25	27.21
7	150.98	23.78	153.33	24.10
8	151.09	25.79	153.41	26.08

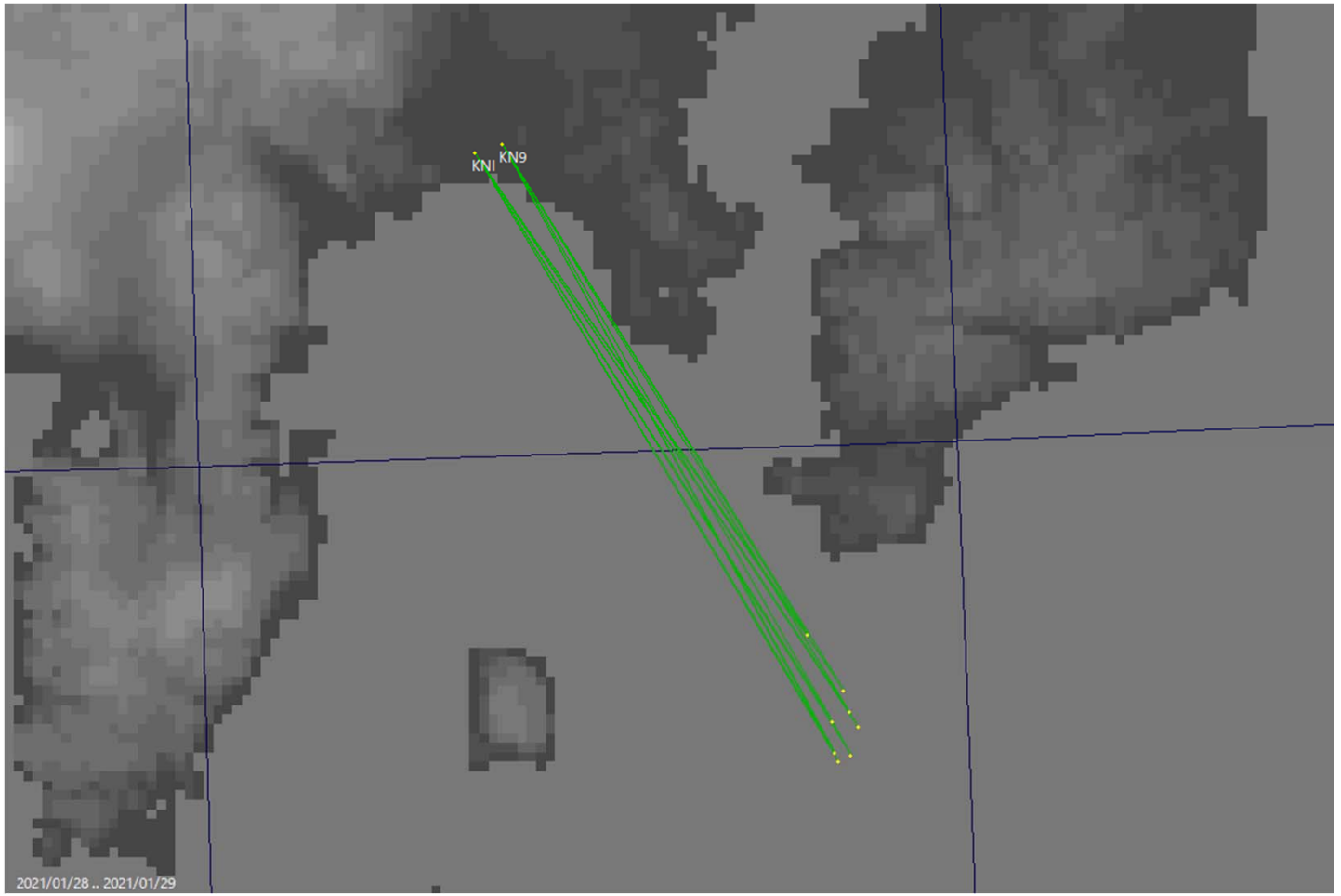
- 4つがKNI,KN9共に明瞭に撮影出来ていますので、これらを測定しました
- スプライトには幅が有りどこを始点終点にするか難しいです
- とくに上空側は端点がボケていますので測定はより難しいです
- 測定にはUFOAnalyzerV2を使用しました

KNIとKN9の位置



- 観測地点の緯度経度からKNIとKN9の東西・南北方向の距離を求めました
- 基線長は5km程度しかありません

スプライトのグランドマップ

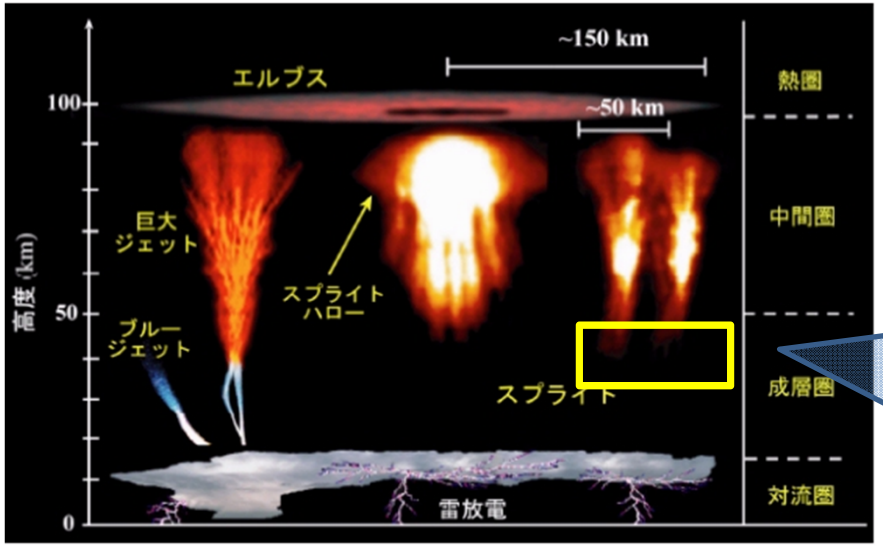


- UFOAnalyzerV2で得られた方位角・仰角を使ってSpriteAnalyzerV2で解析したスプライトのグランドマップです
- スプライトは房総半島の南で発生していました

スプライト高度

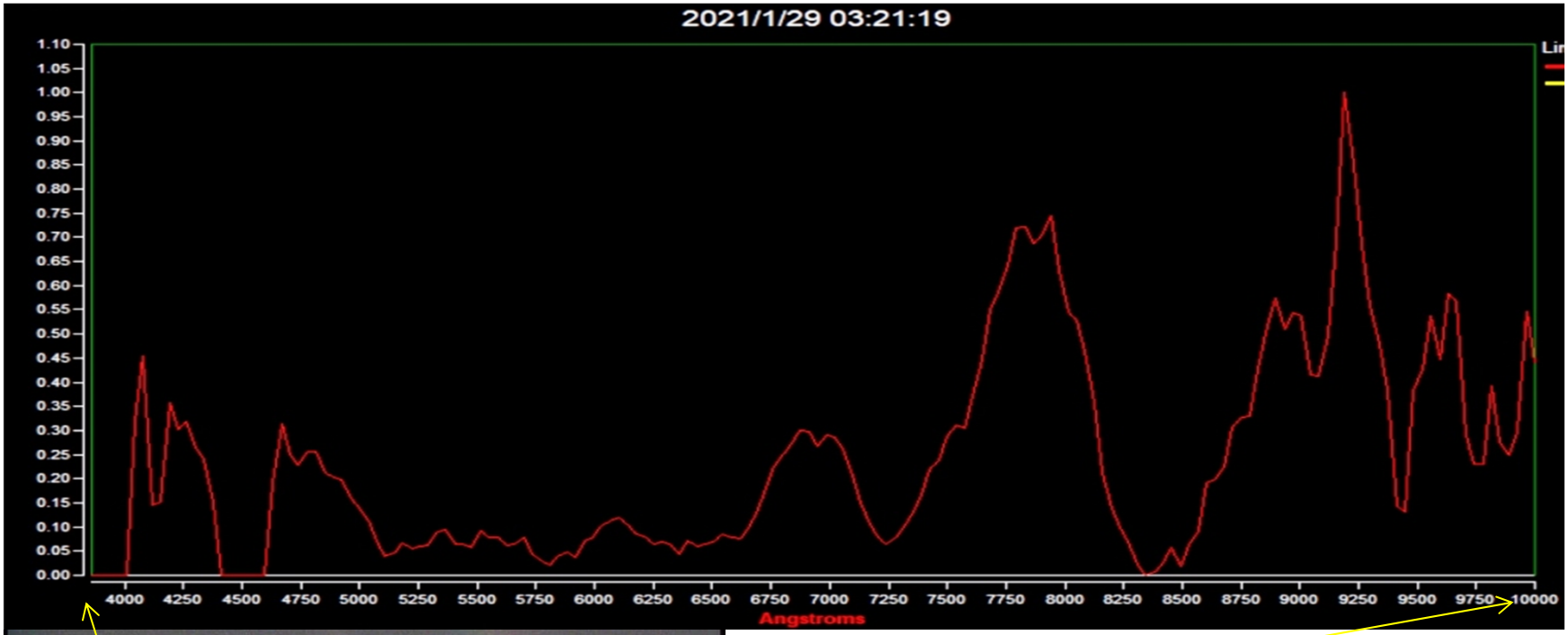
_pos	_lng	_lat	高度(km)	観測方向の交差角
1	139.794	34.797	35.5	2.749
2	139.839	34.736	45.3	2.469
3	139.844	34.712	36.9	2.399
4	139.855	34.696	42.9	2.339
5	139.821	34.703	38.1	2.419
6	139.844	34.666	44.7	2.289
7	139.824	34.669	38.0	2.329
8	139.828	34.659	42.1	2.299

- UFOAnalyzerV2で得られた方位角・仰角を使ってSpriteAnalyzerV2で解析したスプライトの高度です
- とても低空となりました
- 基線長が短かった事や2か所の画像でクリックしたスプライトの点が同じ個所を測っていないかも知れず、それらが測定の誤差となったと思われます
- 誤差があったとしても距離が倍になるとは思えず、低空部分を撮影出来たのだと思われます



高度は35kmから45kmとなりました
スプライトの全体が撮影出来ていたのではなく
低空の一部分が撮影出来たのかも知れませんが、
基線長が短かった事が測定に影響したのかも知れません

スプライトのスペクトル



- 画像の白枠部分を解析しました
- γ補正・波長校正・分光感度補正を行っています
- 4000から5000Åの短波長側は基準光が無く、正しく補正させていません
- 9500Å以上の長波長側もFluxが高くなっていると思います

まとめ

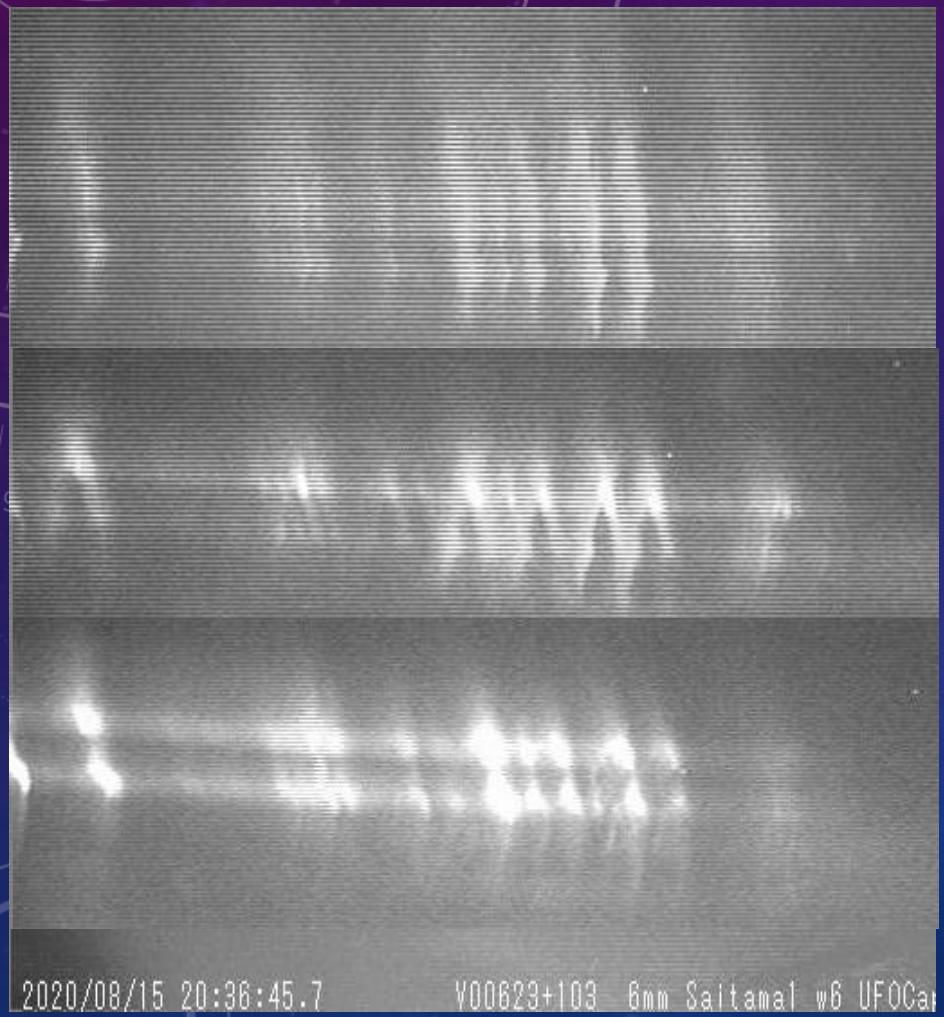
- スプライトの同時観測が出来ました
- また、スペクトルが取得出来ました
- 多数のスプライトが撮影出来たのですが観測地が異なると同じスプライト群の中で見えているスプライトが他の観測地で見えているどのスプライトか特定できず、確実そうな物だけを解析しました
- 残念な事に観測地間の基線長が短く、測定結果は不正確なものと思われます
- UFOAnalyzerV2でスプライトの方位角・仰角を測定してSpriteAnalyzerV2で解析しました
- 最初に手計算で測定・解析をしましたが、このツールによって解析が容易なりました
- 次の機会にも観測と解析を続けることで別な結果も得られるかと思います

スプライト(2020-21)の解析結果と考察(関口孝志)
２０２０年８月１５/１６日と２０２１年２月３/４日と１０/１１日のスプライトの解析結果と考察です。スプライトのスペクトルの解析方法やスプライトの高度測定の結果です。交差角による高度の結果の違いやスプライトの型による違いをまとめてみました。スプライトの同時観測では、交差角が小さいと同定はしやすいが、高度に違いが出やすい。
交差角が大きくなると同定がしにくくなるが高度差は、測定場所や感度で異なる。スプライトの高度は、最高点は、８８㎞で最低点は、６２㎞で、６０㎞から８５㎞の間で発光しているものが多いことがわかった。キャロット型の下の方の薄い最低点は、４６㎞となりました。最高点も薄い部分のどこを測るかでさらに、高くなると思われます。

流星物理セミナー資料

2021.03.02　関口孝志

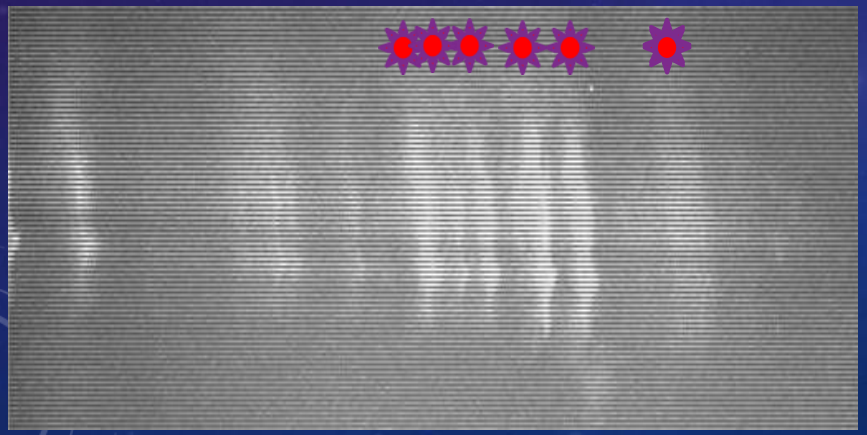
2020年8月15/16日と2021年2月3/4日と10/11日のスプライトの解析結果と考察

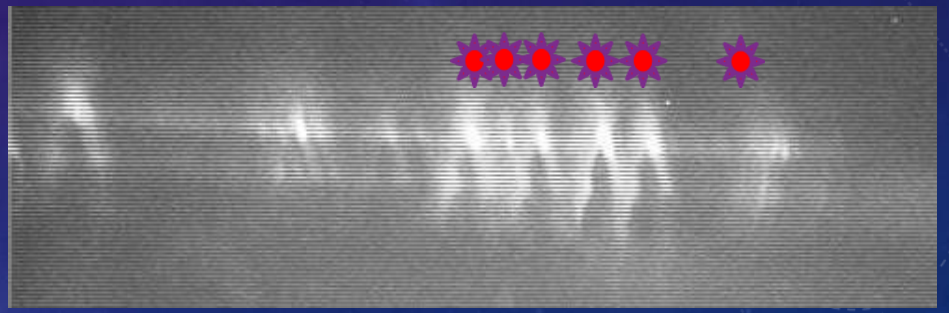


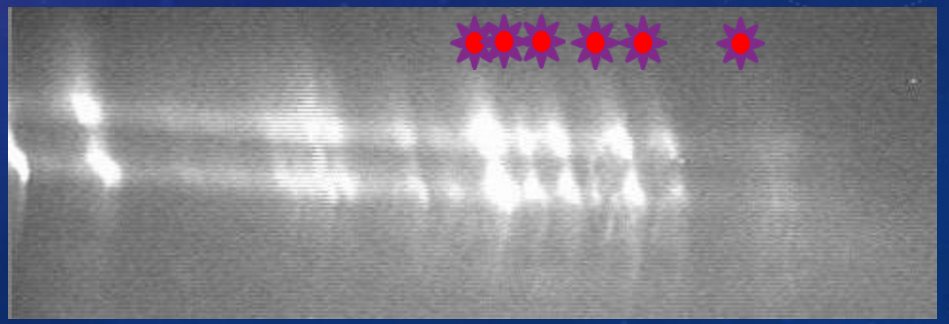
2020年8月15/16日のスプライトのスペクトルの概要と測定方法

2020年8月15/16日に、スプライトのスペクトルがたくさん撮影できました。20時14分から20時41分までが多かったです。明るめで解析しやすいもので解析しました。残念ながら、今のところ同時になっていないので高度は、SpriteAnalyzerV2での仮定結果です。今回は、スペクトルの解析を考察します。カメラの仕様は、WatecNeptune100＋CBCレンズ 6mm　600本グレーティング(透過型ブレーズド格子)。解析ソフトは、Rspecです。

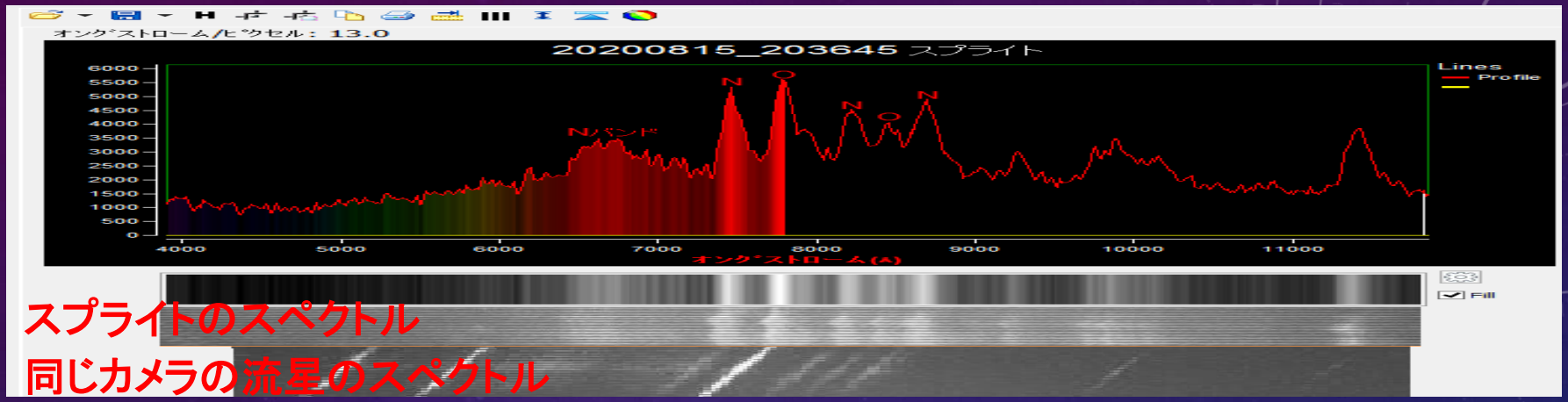
↓今回、スペクトルの解析に使った画像です。できるだけ直線性のあるこの画像を使いました。他の2つも輝線の位置が左の間隔で同じです。

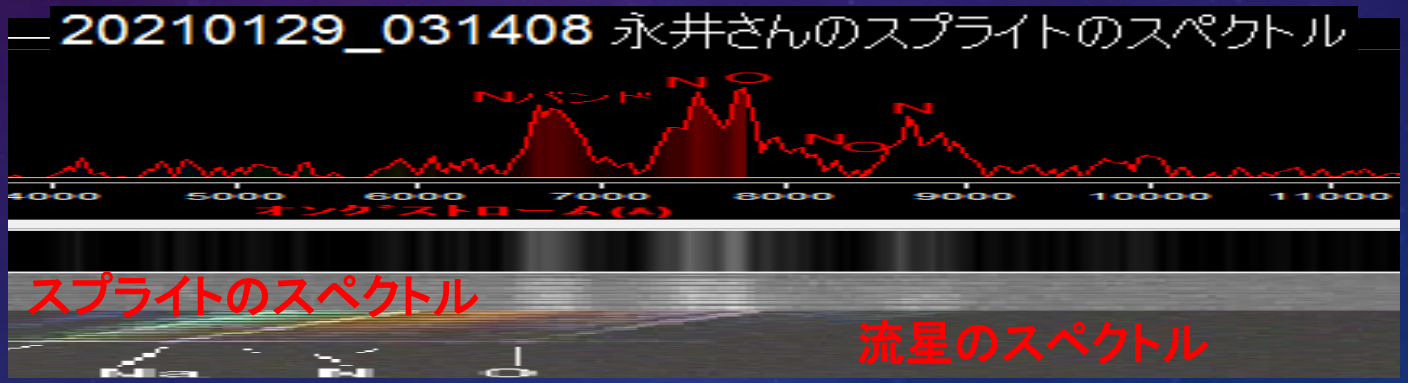






2020年8月15/16日のスプライトのスペクトルの解析結果と考察





解析ソフトは、Rspecです。まず、今までこのカメラで撮影できた流星のスペクトルでスプライトのスペクトルと輝線の位置合わせをしました。そこで、7775Åの酸素の輝線を元に窒素の輝線で同定してから、Rspecで解析しました。解析の結果、酸素と窒素と窒素バンドが同定されました。論文での大気由来の輝線であることがわかりました。下に、同様な方法で、永井さんのスペクトルの解析した結果を並べました。波長のスケールは、私のスペクトルの結果をそのまま永井さんのに使用しました。その結果、同様の結果になりました。

2020年8月15/16日のスプライトのスペクトルの高度解析結果と考察

解析ソフトは、SpriteAnalyzerV2です。他の観測者のデータがないので1点での仮定での大体の高度と距離と仰角を求めました。まず、スプライトのスペクトル(7440-7470Åの N で)測定しました。その後に、画像から、0次と思われる位置を測定しました。その結果です。

①スプライトの本体付近　H1=84km　H2=61km　距離　110-120km

②スプライトのスペクトル　H1=85km　H2=64km　距離　100-115 km

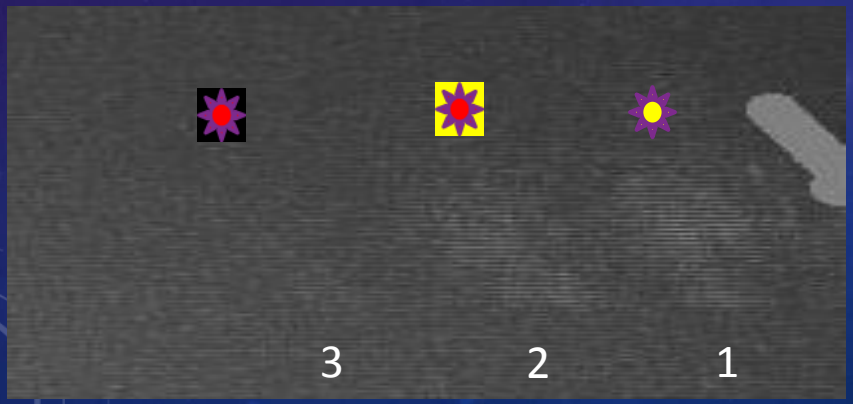
仰角は、どちらも　40-50度の範囲です。

これを見ると、随分と近くでスプライトを観測したことになりました。他のスプライトでは、仰角が、15-35度が多いのでそのことからはもうなづけます。

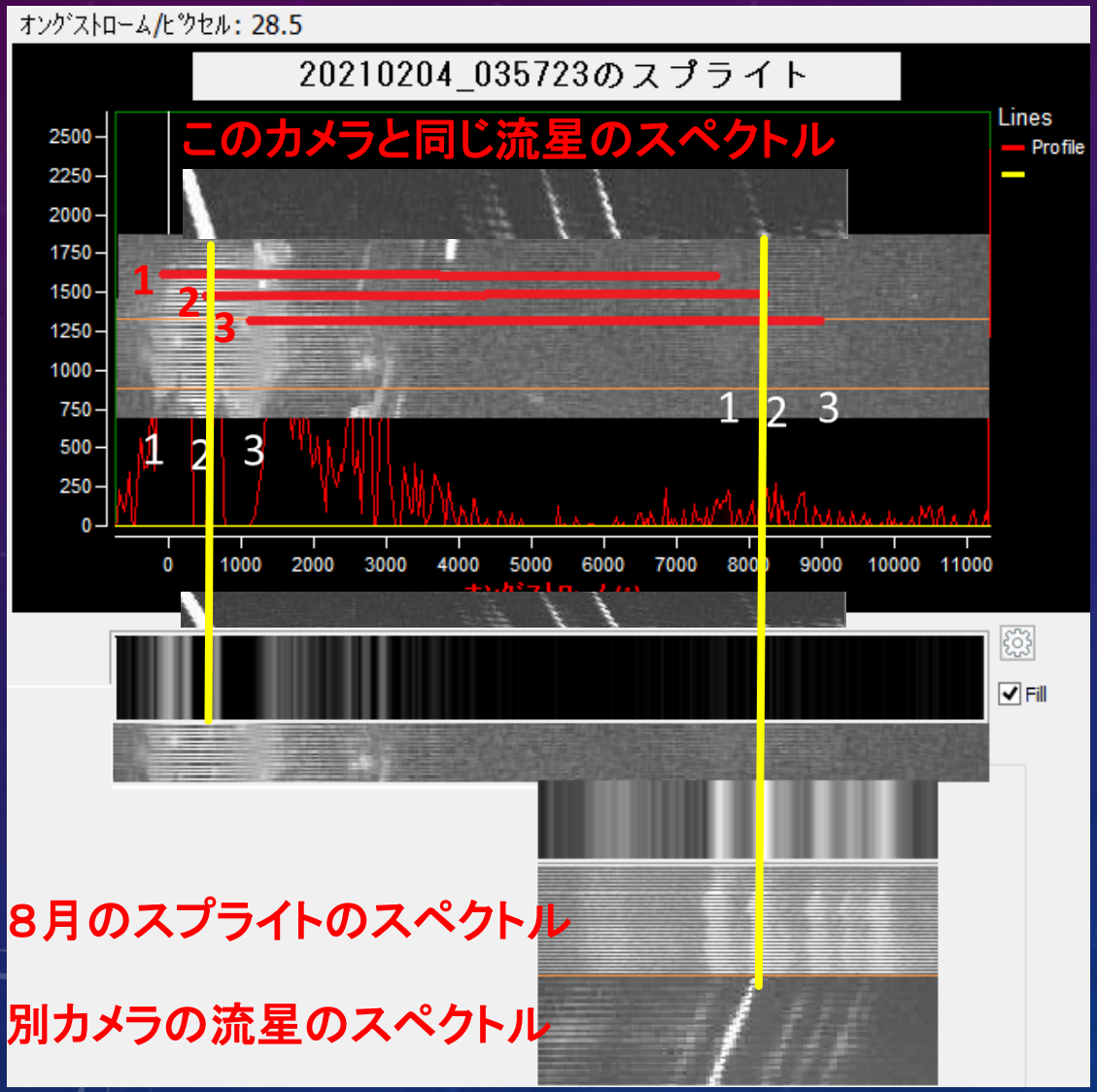
2021年2月3/4日のスプライトとスペクトルの概要と測定方法

2021年2月3/4日に、スプライトが4件撮影できました。そのうちの1件がスプライトのスペクトルも2台のカメラで撮影できました。明るめの3個を解析しました。位置と高度の解析ソフトは、SpriteAnalyzerV2です。今回は、0次のスペクトルも撮影できました。カメラの仕様は、WatecNeptune100＋CBCレンズ 6mm　600本グレーティング(透過型ブレーズド格子)と500本グレーティング(透過型回折格子フィルム)です。スペクトルの 解析ソフトは、Rspecです。

今回、スペクトルの解析に使った画像→です。0次があるので、この画像を使いました。もう一つのスペクトル専用画像↓です。3つの間隔が同じです。



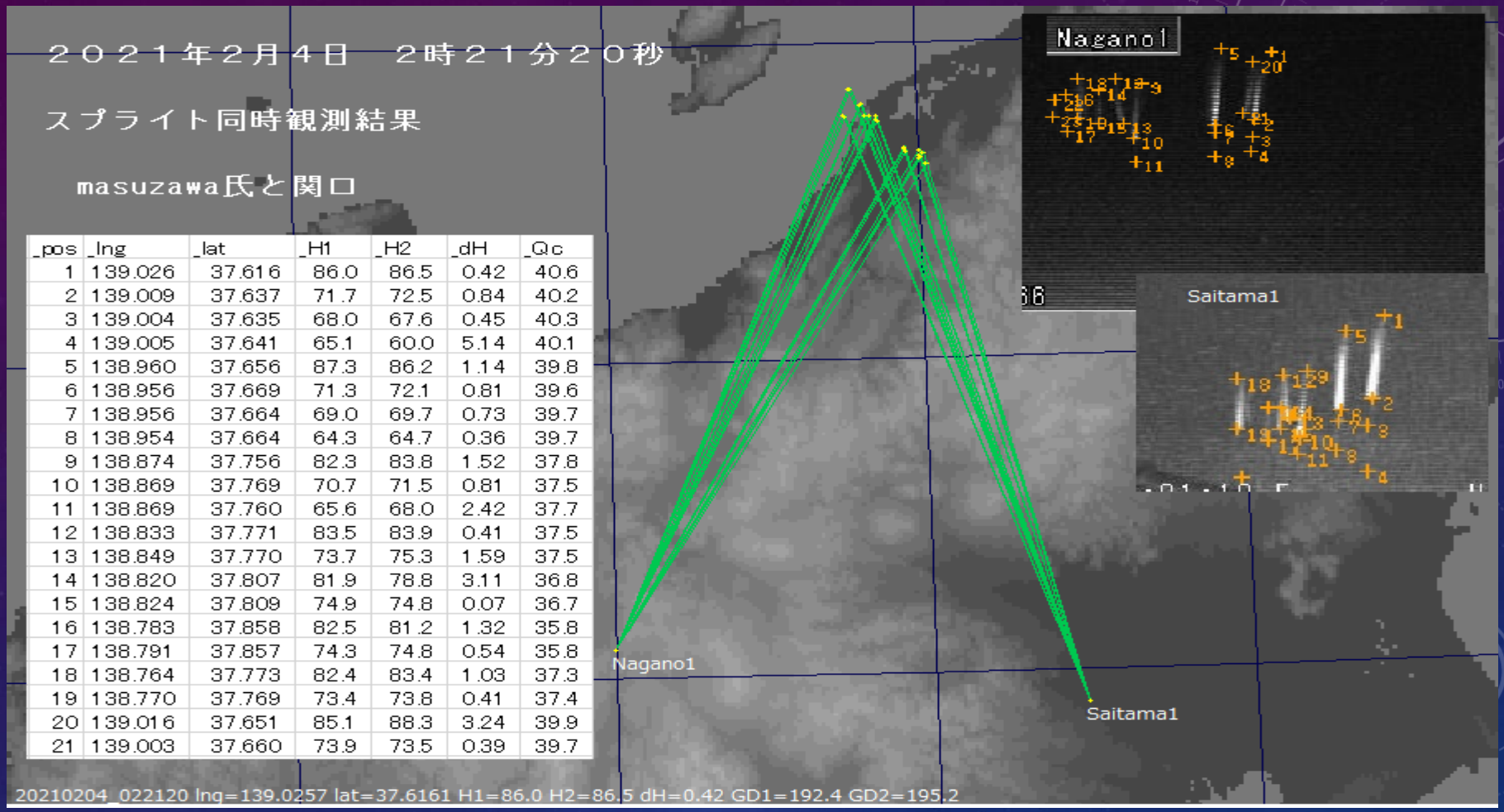
2021年2月3/4日の3時57分のスプライトのスペクトルの解析結果と考察



解析ソフトは、Rspecです。8月のスペクトルと同様に、まず、今までこのカメラで撮影できた流星のスペクトルでスプライトのスペクトルと輝線の位置合わせをしました。そこで、7775Åの酸素の輝線を元に窒素の輝線で同定してから、Rspecで解析しました。解析の結果、8月とは、違ってスプライトがあまり明るくないので酸素のみが同定されました。今回は、明るい3つのスプライトが重なったためと思われます。また、流星のスペクトルのタイプとは、違っていますので、酸素のみの同定になりました。

今回は、0次のスペクトルも撮影できているので酸素の位置は、上の赤い線のように合わせることでも確かめてみました。

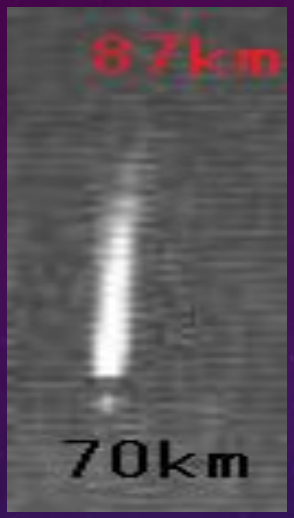
２月3/4日の2時21分のスプライトの高度解析結果と考察

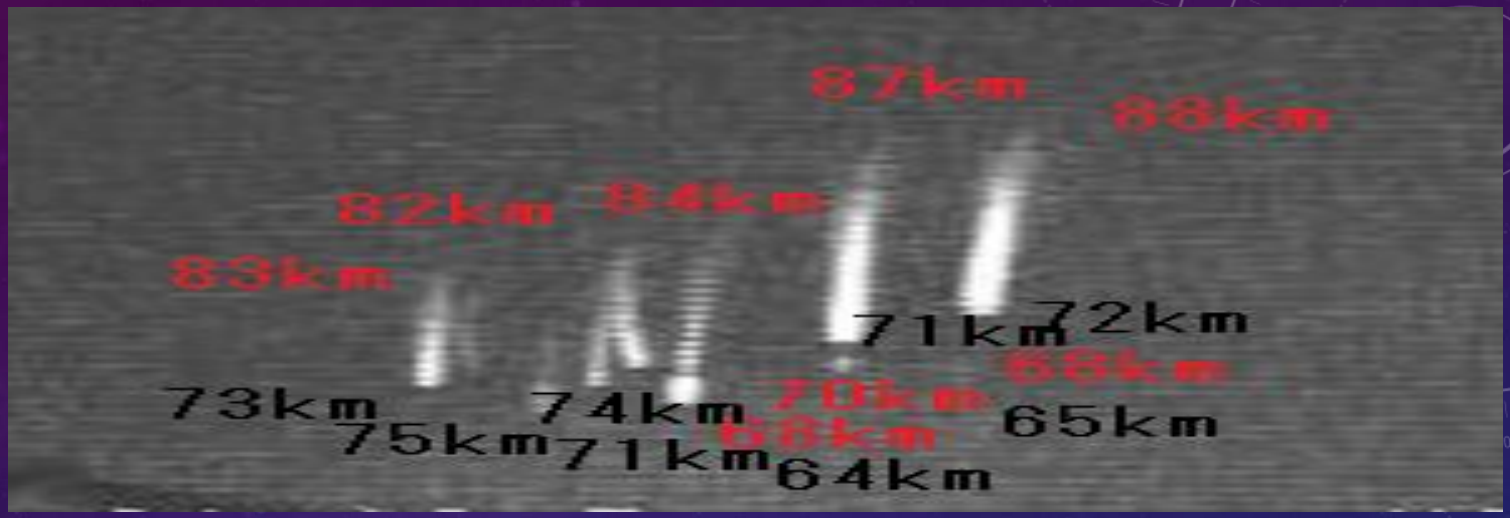


_pos	_lng	_lat	_H1	_H2	_dH	_Qc
1	139.026	37.616	86.0	86.5	0.42	40.6
2	139.009	37.637	71.7	72.5	0.84	40.2
3	139.004	37.635	68.0	67.6	0.45	40.3
4	139.005	37.641	65.1	60.0	5.14	40.1
5	138.960	37.656	87.3	86.2	1.14	39.8
6	138.956	37.669	71.3	72.1	0.81	39.6
7	138.956	37.664	69.0	69.7	0.73	39.7
8	138.954	37.664	64.3	64.7	0.36	39.7
9	138.874	37.756	82.3	83.8	1.52	37.8
10	138.869	37.769	70.7	71.5	0.81	37.5
11	138.869	37.760	65.6	68.0	2.42	37.7
12	138.833	37.771	83.5	83.9	0.41	37.5
13	138.849	37.770	73.7	75.3	1.59	37.5
14	138.820	37.807	81.9	78.8	3.11	36.8
15	138.824	37.809	74.9	74.8	0.07	36.7
16	138.783	37.858	82.5	81.2	1.32	35.8
17	138.791	37.857	74.3	74.8	0.54	35.8
18	138.764	37.773	82.4	83.4	1.03	37.3
19	138.770	37.769	73.4	73.8	0.41	37.4
20	139.016	37.651	85.1	88.3	3.24	39.9
21	139.003	37.660	73.9	73.5	0.39	39.7

解析ソフトは、SpriteAnalyzerV2です。2時11分のスプライトを解析しました。交差角は35から41度で、13個中10個が同定できました。4番と20番は、明らかに測定が違うことがわかります。再度測定したいと思いますがこのタイプのスプライトの最低点は、64kmで最高点は、88kmになりました。詳しくは、グラフの中の表をご覧ください。高度差は、測定誤差の大きいの5個を除くと1km以下です。これを見ると、交差角が大きいと高度差は、小さい。ただし、測定場所の違いで差が出ることがわかりました。また、見た目の位置が違ってくるので同定するのが大変になります。顔で判断しました。

2月3/4日の2時21分のスプライトの高度解析結果と考察

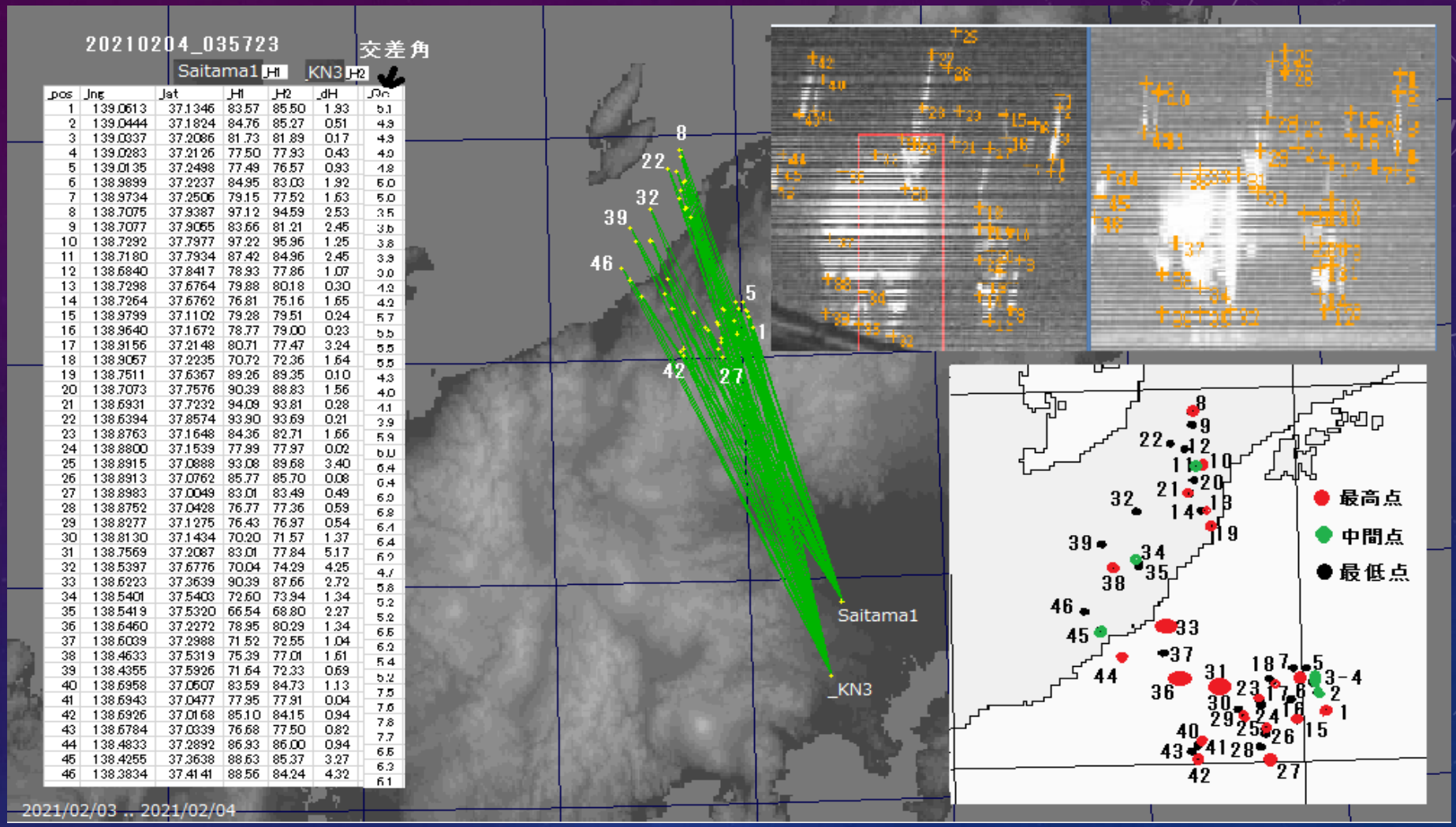




	平均		最大		最小	
	埼玉	長野	埼玉	長野	埼玉	長野
最高点	83km	80km	88km	87km	68km	68km
最低点	72km	72km	75km	75km	64km	64km

2月3/4日の2時21分のスプライトの2点観測の結果です。これから、スプライトの平均の最高点は、83kmで最低点は、72kmとなりました。最高点は、68kmから88kmで最低点は、64kmから75kmの範囲と分かりました。

2月3/4日の3時57分のスプライトの高度解析結果1と考察

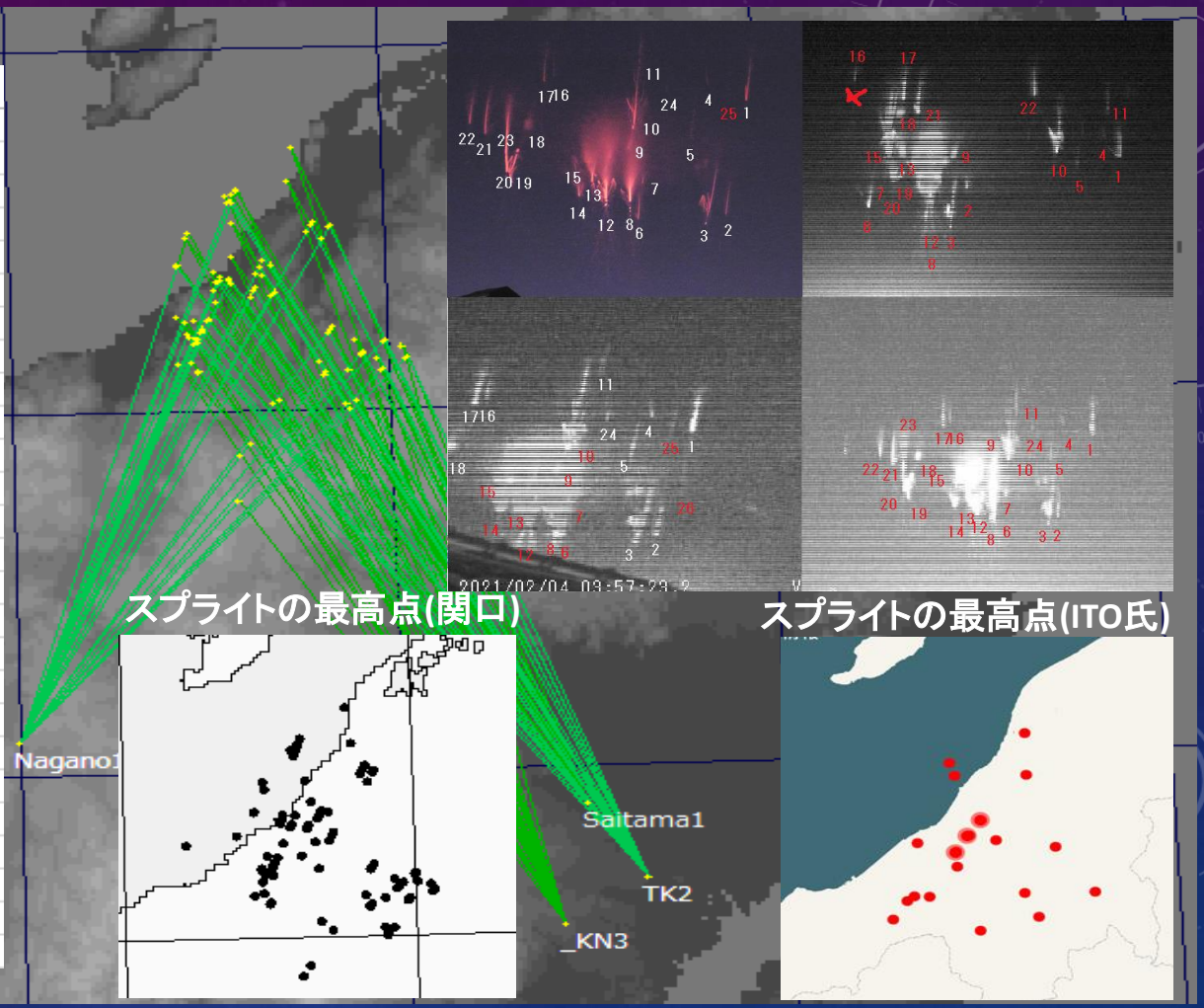


3時57分のスプライトを解析しました。青学さんと私で交差角が3～8度程度と小さいですが計算しました。大体、70-90kmの範囲内のようで、他の方の計算結果と似ているところが多いですが位置がずれています。測定した場所の違いか交差角の影響でしょうか。すべてのスプライトは、66-97kmの範囲になりました。詳しくは、グラフの中の表をご覧ください。高度差は、測定誤差の大きいが20個となりました。これを見ると、やはり、交差角による影響が大きいです。次に4点観測の結果です。

2月3/4日の3時57分のスプライトの高度解析結果2と考察

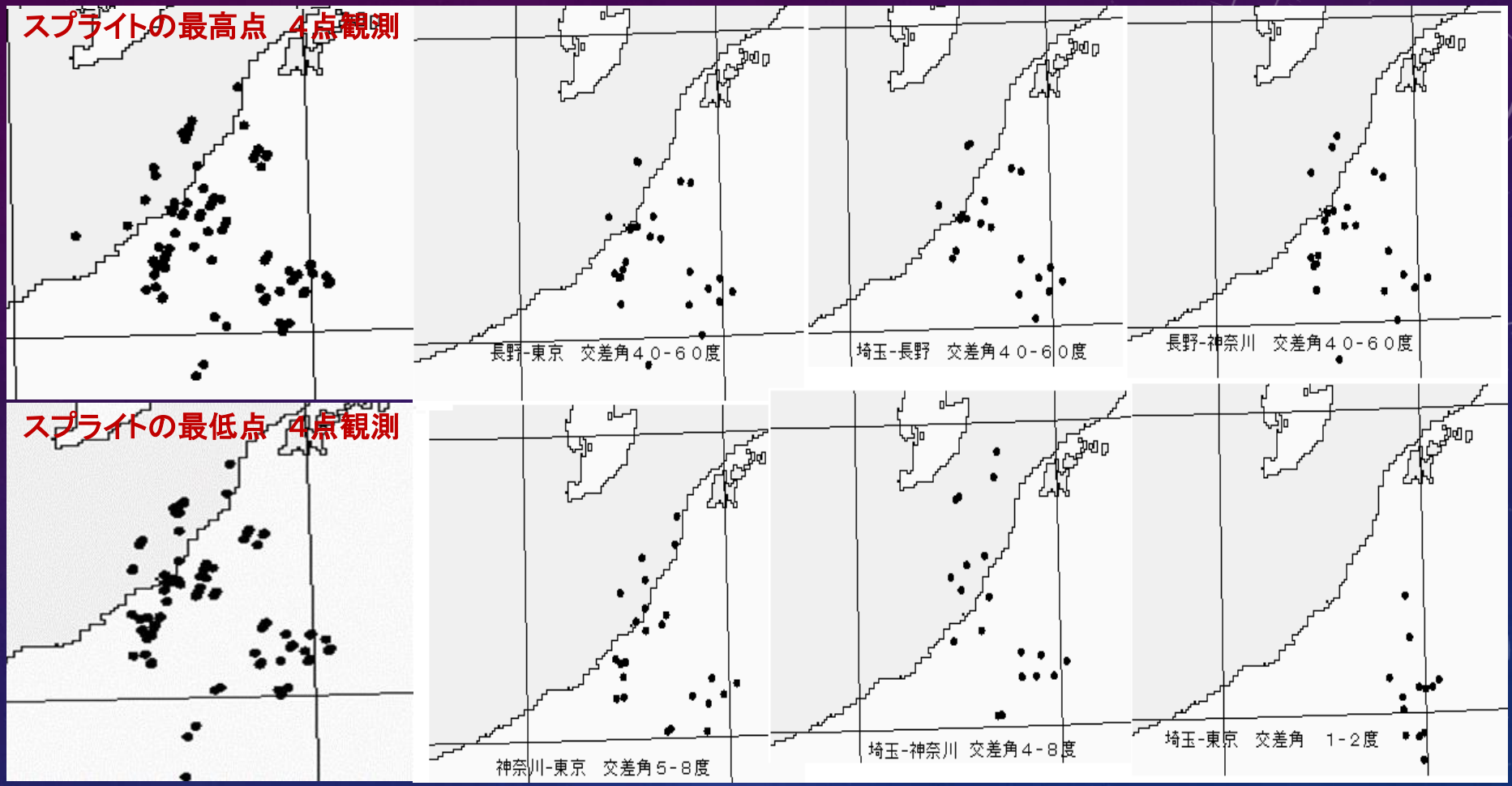
最高点(平均)　最低点(平均)

A	B	C	D	A	B	C	D
_pos	_H1	_H2	_dH	_pos	_H1	_H2	_dH
1	84.3	82.4	1.9	1	72.5	74.0	1.4
2	79.5	79.0	0.4	2	76.5	67.3	9.2
3	83.2	82.3	0.9	3	64.1	65.9	1.9
4	80.2	78.7	1.5	4	74.6	76.5	1.9
5	76.1	74.0	2.1	5	67.8	68.3	0.5
6	77.9	78.0	0.1	6	69.5	70.8	1.3
7	81.3	82.5	1.2	7	78.1	78.9	0.8
8	85.6	88.3	2.7	8	60.4	67.8	7.4
9	82.9	85.6	2.8	9	74.6	76.2	1.6
10	85.2	80.5	4.8	10	67.8	68.9	1.1
11	84.7	81.7	2.9	11	74.8	72.0	2.9
12	85.4	85.0	0.4	12	59.7	65.0	5.3
13	83.1	80.5	2.7	13	74.6	72.2	2.4
14	80.7	85.6	4.9	14	69.9	68.8	1.1
15	80.5	78.0	2.6	15	74.6	74.1	0.5
17	96.7	93.8	2.9	17	83.1	88.9	5.8
18	81.9	80.2	1.7	18	76.9	78.3	1.4
19	72.1	71.4	0.6	19	67.8	72.6	4.8
20	70.9	73.2	2.3	20	58.4	67.5	9.1
21	77.8	80.0	2.2	21	64.3	70.0	5.7
22	77.7	75.8	1.8	22	67.9	67.6	0.3
23	82.6	80.2	2.4	23	68.9	70.5	1.6
24	83.1	81.0	2.2	24	76.2	81.3	5.2
25	83.2	83.0	0.2	25	78.0	79.3	1.3
26	86.0	85.4	0.5				



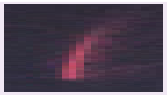
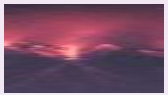
3時57分のスプライトの4点観測の結果です。交差角は、40-60度です。大体、すべてのスプライトは、58-89kmの範囲になりました。最高点の平均は、71-86kmで、最高点の平均は、82kmでした。詳しくは、グラフの中の表をご覧ください。平均は、高度差は、測定誤差の大きいのが8個となりました。これを見ると、やはり、交差角による影響よりも画質による写り具合によって測定点がずれていることによるものと思われます。

2月3/4日の3時57分のスプライトの高度解析結果3と考察



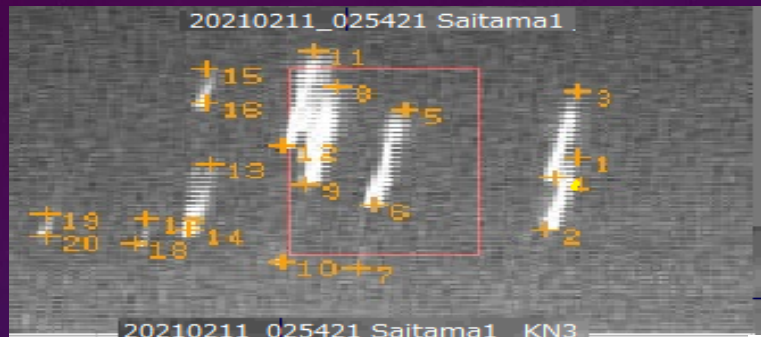
3時57分のスプライトの4点観測の結果です。交差角による位置のずれをみています。測定した場所の違いもありますが交差角の影響で考えます。これを見ると、やはり、交差角による影響が大きいです。上の右3つが交差角が40-60度でほぼ似た結果になっています。下の右3つは、交差角が小さいものです。交差角を5度を以下になると位置と高度で差が出てくるようです。交差角が3度以下になると位置もだいぶずれて高度もズレが大きくなっているのがわかりました。

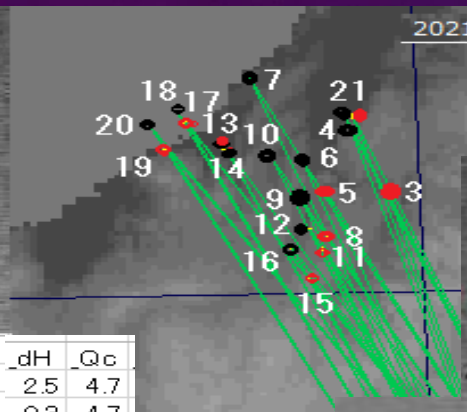
2月3/4日の3時57分のスプライトのタイプ別高度解析結果と考察

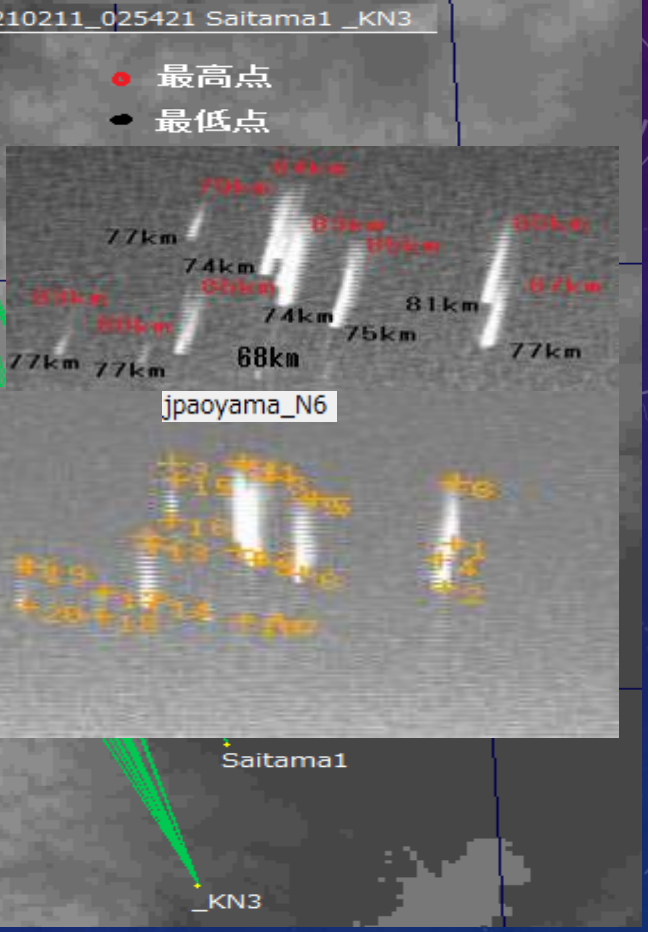
タイプ	最大		最小	
	最高点	最低点	最高点	最低点
1.柱状型 	86km	77km	74km	63km
2.L字型	86km	68km	82km	63km
3.キャロット型 	87km	74km	81km	62km

3時57分のスプライトの4点観測の結果です。高度結果の画像は、ITO氏のカラー画像が解像度がよいので使用しました。最高は、87kmで、最低は、62kmになりました。3つのタイプで最大と最小を調べ表にしました。型によっても発光高度に差が出ました。また、キャロット型の下の方の薄い最低点は、46kmとなりました。最高点も薄い部分のどこを測るかでさらに、高くなると思われます。

2月10/11日の2時54分のスプライトの高度解析結果と考察





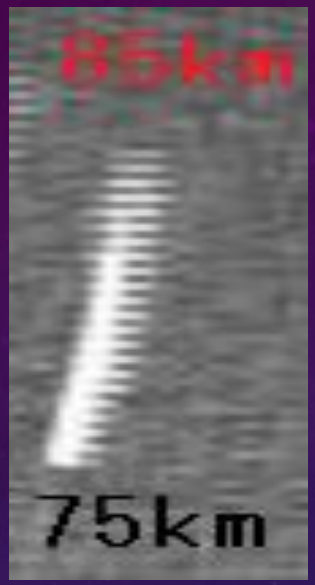


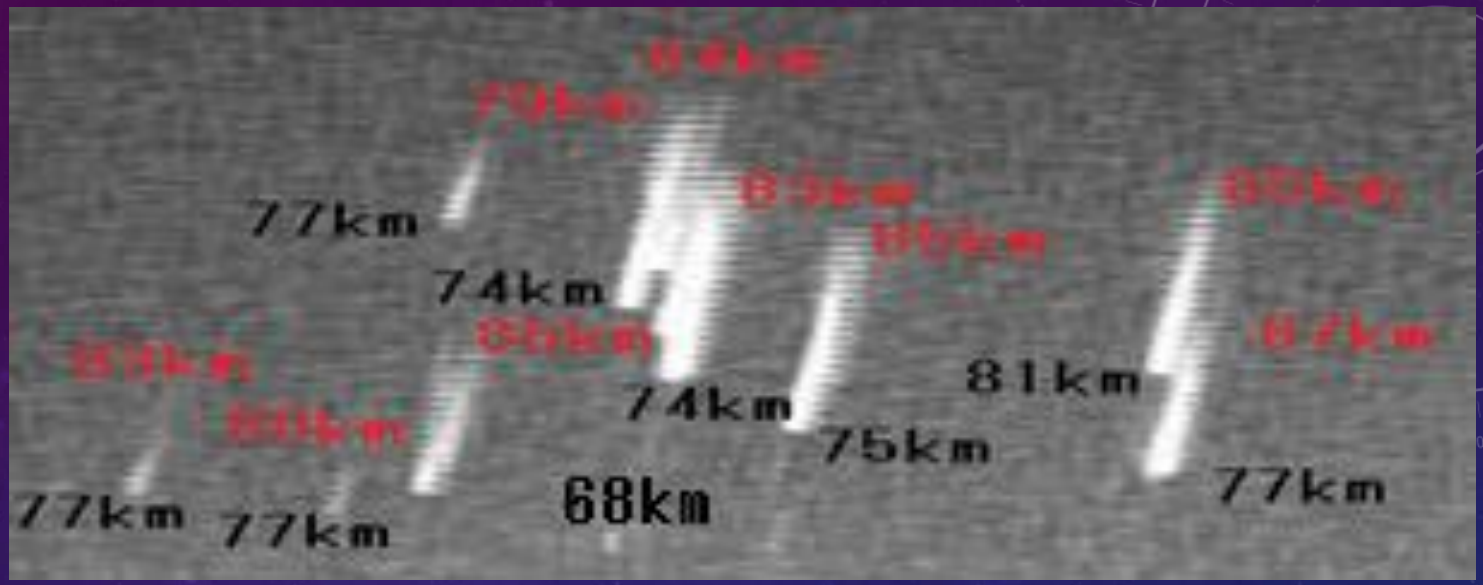
20210211_025421 Saitama1 _KN3

_pos	_lng	_lat	_H1	_H2	_dH	_Qc
1	138.8696	37.4178	87.14385	84.66315	2.5	4.7
2	138.855	37.41909	76.79611	77.13648	0.3	4.7
3	138.9338	37.2376	85.38807	85.38704	0	5.2
4	138.8629	37.3932	82.78834	80.82993	2	4.8
5	138.8074	37.2458	84.4174	85.1075	0.7	5.8
6	138.7634	37.31652	75.33924	76.7595	1.4	5.6
7	138.661	37.51956	77.15109	77.87758	0.7	5
8	138.8111	37.13269	80.28886	83.04659	2.8	6.4
9	138.7559	37.23095	73.77672	75.60786	1.8	6.1
10	138.7034	37.32247	68.48568	70.00343	1.5	5.7
11	138.7999	37.10802	83.73261	83.86399	0.1	6.7
12	138.7729	37.15432	74.40941	73.60938	0.8	6.5
13	138.6073	37.35283	84.3111	85.39514	1.1	5.9
14	138.6126	37.34413	74.26777	75.17851	0.9	5.9
15	138.7716	37.0408	77.07169	78.80019	1.7	7.3
16	138.7361	37.11075	77.44061	76.92633	0.5	6.9
17	138.5312	37.41326	79.84309	80.62622	0.8	5.8
18	138.5163	37.4334	77.32588	77.37802	0.1	5.7
19	138.4933	37.34664	77.32455	82.96783	5.6	6.2
20	138.4611	37.3999	77.12482	78.43497	1.3	6

2時54分のスプライトを解析しました。2点観測で交差角は、5から7度で、全てが同定できました。1番と8番と19番は、明らかに測定が場所が違うことがわかります。このタイプのスプライトの最低点は、68.5kmで最高点は、87.1kmになりました。平均は、79.1kmになりました。最低点の平均は、76.1kmで、最高点の平均は、82．7kmです。詳しくは、グラフの中の表をご覧ください。高度差は、測定誤差の大きいの5個を除くとほとんど約1km以下です。これを見ると、交差角が小さいですが、やはり、測定場所の違いで差が出ることがわかりました。また、交差角が小さくても見た目の位置が違ってくるので重なる場合(1-2と3-4)がありました。

2月10/11日の2時54分のスプライトの高度解析結果と考察





	平均		最大		最小	
	埼玉	神奈川	埼玉	神奈川	埼玉	神奈川
最高点	82km	83km	87km	85km	77km	79km
最低点	76km	76km	83km	81km	68km	70km

2月10/11日の2時54分のスプライトの2点観測の結果です。これから、スプライトの平均の最高点は、82kmで最低点は、76kmとなりました。最高点は、87kmから77kmで最低点は、83kmから68kmの範囲と分かりました。

スプライトとそのスペクトルの解析のまとめ

- 流星観測でスプライトを観測ことが多くなり、同時観測もあり解析することができるようになった。
- スプライトのスペクトルは、既知の流星のスペクトルを活用することで輝線の同定を行うことができた。その結果、酸素と窒素の輝線が同定できた。
- 単点でのスプライトの高度は、仮定である程度の予想ができる。
- スプライトの同時観測では、交差角が小さいと同定はしやすいが、高度に違いが出やすい。交差角が大きくなると同定がしにくくなるが高度差は、測定場所や感度で異なる。
- スプライトは、広がりがあるので、測定場所で高度差が出る。
- スプライトの型等によって高度差が出る。
- スプライトの高度は、最高点は、８８kmで最低点は、６２kmで、６０kmから８５kmの間で発光しているものが多いことがわかった。
- キャロット型の下の方の薄い最低点は、４６kmとなりました。最高点も薄い部分のどこを測るかでさらに、高くなると思われます。

IAUの流星群表の改革と残された問題点(小関正広)

IAUの流星群表（IAUMDC-SD略してSD）で大きな改革が行われた。最も大きなものは登録申請によって与えられるのは、小惑星の場合と同様の仮符号だけになったことである。輻射点の位置も赤道座標のみではなく、標準で太陽中心の黄道座標が与えられるようになった。また、登録申請から半年以内に発表された論文（査読誌およびWGNとeMetNewsのアマチュア２誌）が提出されなければ登録は削除される。基本的にこのような手順を踏まれたものはMDC（流星データセンター）での検討を経ることなく、受理される。従って、申請者及び論文査読者／編集者には細心の注意が求められる。

本稿ではSDで重複登録されたとみられるものが集中しているNos.1107～1129の部分について問題点を検討し、申請者及び査読者／編集者に求められる注意点を探った。

IAU の流星群表の改革と残された問題点

MSSonline 2023/10/29
日本流星研究会　小関正広

要旨：
IAU の流星群表（IAUMDC-SD 略して SD）で大きな改革が行われた。最も大きなものは登録申請によって与えられるのは、小惑星の場合と同様の仮符号だけになったことである。輻射点の位置も赤道座標のみではなく、標準で太陽中心の黄道座標が与えられるようになった。また、登録申請から半年以内に発表された論文（査読誌および WGN と eMetNews のアマチュア２誌）が提出されなければ登録は削除される。基本的にこのような手順を踏まれたものは MDC（流星データセンター）での検討を経ることなく、受理される。従って、申請者及び論文査読者／編集者には細心の注意が求められる。
本稿では SD で重複登録されたとみられるものが集中している Nos.1107~1129 の部分について問題点を検討し、申請者及び査読者／編集者に求められる注意点を探った。

序論

かつて SD は査読誌に掲載されて登録が申請されれば、通番と略号（流星群の名称）が与えられていたが、通番が 1,000 を超えるようになり、略号も流星群の名称を想起しにくい単なる符号になってきていた。それだけではなく、Jenniskens により SD の原型が提示された当初は、眼視観測のみのものや得られている軌道の数が極めて少ないものが多く含まれていた。そのため、実在が疑わしいものや、大きな誤差を含むもの、散在流星の活動と判別のつかないもの等が SD には存在している。さらに、重複されて登録されているものや、逆に別の流星群が一つのものとして扱われているものも少なくない。本稿では昨年行われた SD の改定の主だった点を紹介し、今後、登録申請をする場合の注意点について述べることとする。

改定の要点

１．誤りの訂正
1950 年分点と 2000 年分点が混在していたものが 2000 年分点に統一される等、1,000 件以上の誤りや不統一な部分が整理された。

２．規則の整備
・登録申請から半年以内に論文が MDC に届けられなければ登録は削除される。
例：Jenniskens et al., 2017 sub. to Icarus とされていたものや 929~1031 の Amaral et al.,2018, WGN to be sub.
・通番、流星群名（略号）は確認観測が行われたものに付与され、登録時は仮符号のみとする。
例：M2022-Q2 は 2022 年の８月後半に登録された２番目のものである。
・確定群等種別移動の規則化

３．重複や帰属判定の誤りの訂正
これについては作業中であり、本稿でも問題点の一部を取り上げる。

SD に存在する問題点：Nos.1107~1129 に記載された流星群を例として

筆者は繰り返し、同じ流星群に異なる通番と略号が与えられているもの、また、逆に同じ通番と略号でありながら異なる流星群を含んでいるものがあることを指摘してきた。その多くは未だに SD に残されている。ここでは、比較的最近 SD に登録されたものの中にもこのような現象が生じていることを取り上げ、今後、このような問題が生じないように注意を喚起することとする。
この部分を取り上げたのは、21 件の登録中、実に 16 件が既に登録されているものと重複するとみられるからである（重複登録されているもので通番が後のものを表中に太字で示す）。表で最初の組み合わせ、1107JID00 と 1099JED00 の極大、地心速度はほぼ一致しており、輻射点は互いにわずか 0.58 度しか離れていない。このように明らかに重複登録とみられるものは説明を省略して、表だけからはわかりにくいものだけ説明を加えることにする。

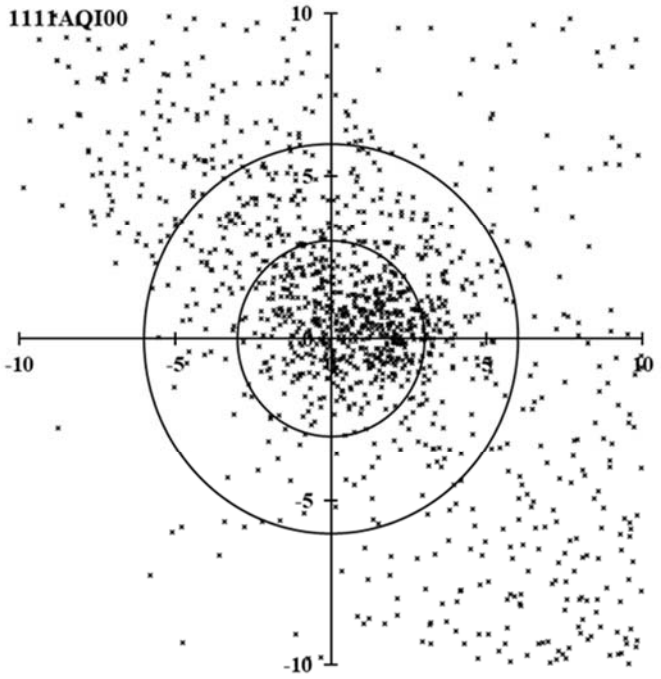
表：SD の Nos.1107~1129 に記載された流星群（角距離が空欄のもの）とそれに近接する流星群。Code は SD における登録番号＋略号＋付加番号。λs は極大の太陽黄経、$(\lambda-\lambda s, \beta)$は輻射点の太陽中心の黄道座標、$Vg$ は地心速度(km/s)、角距離は Nos.1107~1129 に記載された流星群（上の欄）からの角距離（度）、論文は SD に Reference として掲げられているもの（先行するものについては省略）。

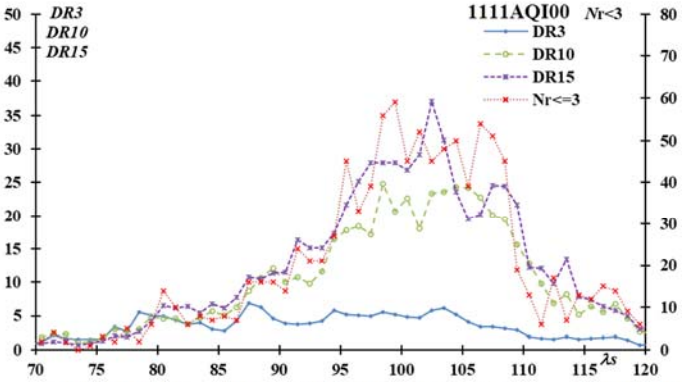
Code	λs	$\lambda-\lambda s$	β	Vg	角距離	論文
1107JID00	286.9	253.68	75.05	37.3		1) Jenniskens, 2022, submitted
1099JED00	287.6	252.9	75.6	37.3	0.58	
1108IHR00	124.4	179.34	-73.14	29.2		1) Jenniskens, 2022, submitted
1071IHD00	122.9	179.58	-72.96	29.4	0.19	

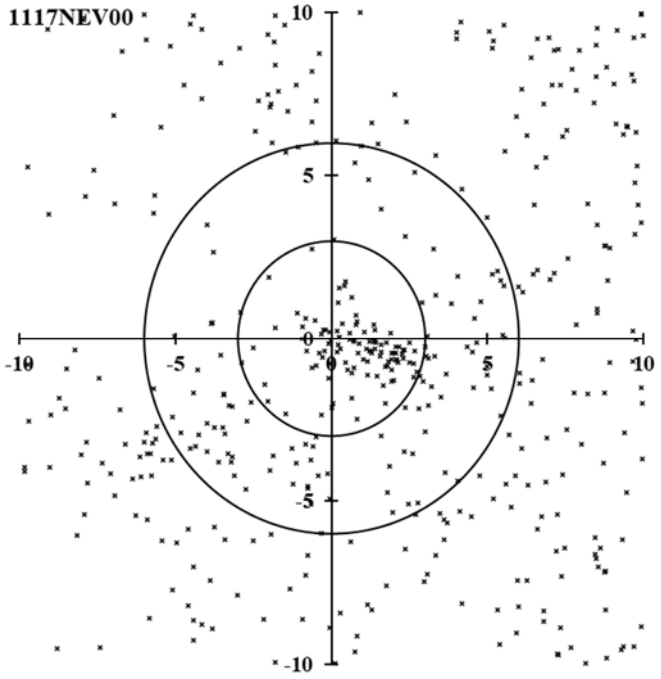
1110CEP00	41.1	1.98	72.94	24.5		1) Jenniskens, 2022, submitted
0658EDR00	41	357.34	74.06	23.5	1.73	
1111AQI00	92.85	210.95	11.83	39.74		1) SonotaCo et al., 2021
0164NZC00	86.5	211.92	13.71	36.3	2.10	
0164NZC03	101	209.69	12.71	38.3	1.51	
0164NZC01	101.5	209.99	12.91	38.4	1.43	
1112UPI00	107.03	282.31	18.11	66.46		1) SonotaCo et al., 2021
0372PPS02	103	282.38	16.4	66.5	1.71	
0372PPS00	106	281.71	14.47	62.9	3.69	
1113SJA00	114.87	282.94	-4.26	68.91		1) SonotaCo et al., 2021
0533JXA01	112.6	283.19	-4.5	68.85	0.35	
0533JXA00	119	282.02	-4.77	69.4	1.05	
0533JXA02	119	283.37	-5.09	68.9	0.93	
1114SGC00	202.7	282.76	13.66	67.71		1) SonotaCo et al., 2021
0480TCA01	204.1	285.05	11.68	67.31	2.99	
0480TCA02	206	284.8	12.39	67.2	2.36	
0480TCA00	207.3	283.5	13.54	67.2	0.73	
1115NXE00	241.88	180.7	-24.46	26.06		1) SonotaCo et al., 2021
0338OER00	234.7	183.51	-21.76	26.9	3.74	
1116NFL00	247.07	287.35	12.21	68.24		1) SonotaCo et al., 2021
0502DRV00	252.5	286.95	13.84	68.1	1.68	
0502DRV01	253.2	286.5	13.3	68.18	1.37	
0502DRV02	256	285.61	14.89	68.3	3.17	
1117NEV00	245.9	295.7	-4.2	66.8		1) SonotaCo et al., 2021
0335XVI00	256.7	292.7	-4.6	67.8	3.03	
1118MLT00	258.88	244.96	16.09	65.3		1) SonotaCo et al., 2021
0722FLE00	250.1	246.73	16.14	66.3	1.70	
1119LAV00	259.11	254.64	-53.77	49.63		1) SonotaCo et al., 2021
1162DPV00	260	257.67	-51.27	52.3	3.11	
1120DUM00	267.95	194.98	69.71	29.57		1) SonotaCo et al., 2021
0015URS08	269.9	216.23	71.71	33.2	7.26	
1121LAD00	278.92	213.34	17.32	49.59		1) SonotaCo et al., 2021
1170LTM00	277.3	216.63	20.57	50.5	4.50	
1122UMN00	273.97	231.52	32.24	54.78		1) SonotaCo et al., 2021
0563DOU01	269	234.07	31.73	56.1	2.22	
0563DOU00	269	234.53	31.59	56.7	2.64	
1123FFH00	273.98	260.55	-31.24	63.72		1) SonotaCo et al., 2021
0498DMH00	264.8	259.76	-32.49	63.8	1.42	
0498DMH01	269	260.62	-32.8	63.7	1.56	
0340TPY01	264	259.58	-33.53	62.3	2.43	
0340TPY02	264	259.58	-33.53	63.2	2.43	
1124HTV00	293.06	290.63	17.31	65.88		1) SonotaCo et al., 2021
0500JPV02	289	291.27	16.91	66.5	0.73	
0500JPV00	285.6	291.46	17.28	66.2	0.79	
0500JPV01	288.2	290.88	16.55	65.05	0.80	
1125FFL00	317.98	206.46	-6.97	40.26		1) SonotaCo et al., 2021
0110AAN06	311.1	210.92	-16.6	44.9	10.57	
1126SOV00	312.07	253.2	-9.46	68.02		1) SonotaCo et al., 2021
0530ECV00	303	256.32	-10.22	69.41	3.17	
0530ECV00	303	256.32	-10.22	69.41	3.17	
1127ESL00	328.08	208.05	-6.53	40.44		1) SonotaCo et al., 2021
0732FGV00	338	213.38	1.63	41.2	9.74	
1129JTT00	80.5	218.62	-12.87	36.9		1] Jenniskens, 2021
0165SZC01	80.5	218.89	-12.83	38.6	0.27	
0165SZC00	79.7	219.5	-13.94	33.17	1.37	

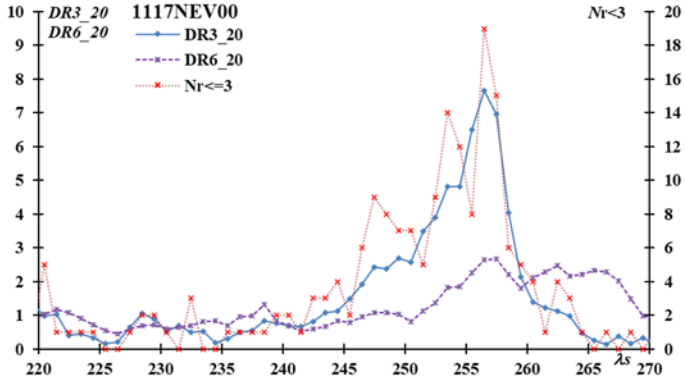
1111AQI00 は 0164NZC とは一見すると別群のようにも見えるが、GMN の観測による 1111AQI の輻射点を中心とした輻射点分布と活動曲線を示すと図のようになる。1111AQI の輻射点は NZC の活動の中心部にあり、活動曲線から NZC の極大前期を捉えていると判断される。

1117NEV の場合も 1111AQI の場合と似ていて、極大はかなり離れているように見えるが、輻射点分布は重なり、活動曲線からは 1117NEV が 0335XVI の活動初期を捉えたものであることが分かる。









1123FFH00 の場合は状況が複雑である。0340TPY 及び 0498DMH と同定されるが、0340TPY00 は SonotaCo ネットによって検出されたもので、ここに掲げた TPY01、02 とは別群であることには注意が必要である。また、FFH、TPY01&02、DMH の活動曲線からは２つの活動が重なっているようにも見えるので、今後の観測、研究が必要である。

1124HTV00 は 0428DSV、0500JPV、0513EPV とともに長期にわたって活動する複合群の一部と考えられる。

1129JTT00 は 0165SZC00&01 と同定されるが、0165SZC も同じ通番、略号を与えられながら、２つの流星群が混同されている。SZC02&04 は 0370MIC00 より後の観測であり、MIC と同定されるべきである。

検討

Jenniskens の報告については分類・同定がかなり主観的に行われており、おうし群の場合のように小さな群に分割する傾向がある。また、時折、自身の手で重複していると認めて削除された例もある。

SonotaCo ネットの場合は、極大が 10 度単位の区切りをまたいでいる場合に重複が起きているように見受けられる。巨大なデータを扱う場合にはデータを分割してクラスター分析等を行うことが多く、その分割の区切りによって別群と判定した可能性がある。

軌道要素による D 基準で群判定を行う場合もあろうが、D 基準のように１次元化した数値で判断するのではなく、輻射点分布＋活動曲線のように多次元で群活動の広がりを可視化して判定することが重要と言える。

まとめ

IAU で仮符号を導入する件については激論が交わされ、最も流星群研究に詳しい Jenniskens が MDC の WG から離れている。現在の WG のメンバーは流星群の観測研究よりはモデル研究、数値研究の分野の人が中心であり、新規登録の申請に対して適切に判定できるわけではない。このような状況もあって、査読論文に掲載されたものはそのまま受け入れるということになっている。これ以上の SD における重複登録や異同を避けるためには観測・研究者自身に細心の注意が求められる。

観測データが膨大になってきており、それを細分して流星群検出、同定を行うことも増えると思われるが、細分されたデータについて隣接する領域を必ず確認する必要があろう。

2020年7月8月の電波・光学同時観測(平塚市博物館流星分科会 永井 清水 藤井 秋山 横関 小林 岡澤)

平塚市博物館流星分科会のTV観測と神奈川県茅ケ崎市の自宅で行っている電波観測とで同時流星の検出をして同時・非同時流星に特徴的差異があるかを調べた。解析にあたって先行研究を調べずに行った。

光学観測808個、電波エコー307個、同時15個を使った分析。

2020年7月8月の電波・光学同時観測

平塚市博物館流星分科会のTV観測と
神奈川県茅ケ崎市の自宅で行っている電波観測とで
同時流星の検出をして同時・非同時流星に特徴的差異があるかを調べた
解析にあたって先行研究を調べずに行った

平塚市博物館流星分科会　永井和男
共同観測者　清水紘司、藤井大地、秋山純代、横関秀美、小林隆、岡澤智

先行研究

流星電波観測：観測周波数と流星

火球とHROロングエコーの関係

流星電波観測：観測周波数と流星の対地速度

アンダーデンスエコーのシリング高度 Hc は、

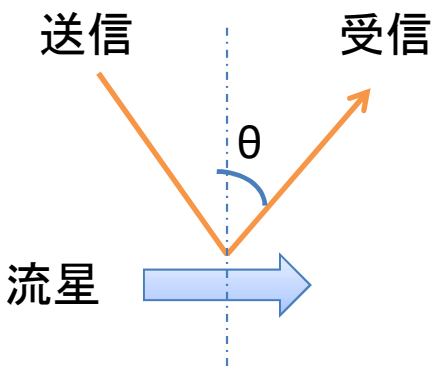
$Hc=82+49\log_{10}V-4.4\log_{10}q$　　(V:対地速度km/sec, q:線電子密度m^{-1})

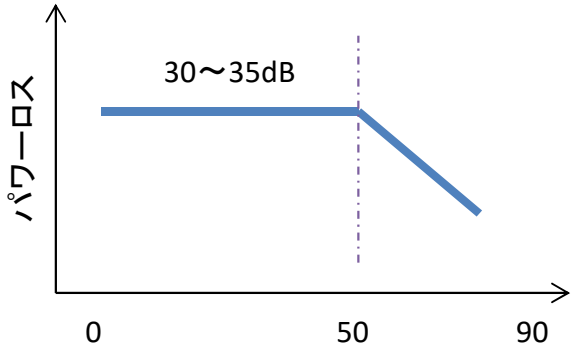
$Mg=36+2.5\log_{10}V-2.5\log_{10}q$　　(Mg:等級)

電波エコーのパワーロス Lp は、

$$Lp \propto \frac{1}{\lambda^{3/2}V}$$

周波数が高いとロスが大きい
速度が速いとロスが大きい
周波数が低く、速度が遅い方が強い電波となる





References : Research for the Characteristics of Meteor Showers from Multi-Frequency Radio Observation
Tohoku Univ. Kayo MIYAO, Tsukuba Univ. Hiroshi OGAWA

火球とHROロングエコーの関係-1

識別率＝火球数とロングエコー数の比

-3等の流星は識別率が高い

これより**明るい流星よりも暗い流星の方が識別率が高い**

識別率の高さは　ふたご＞しぶんぎ＞しし の順

電波と光学の同時流星は各流星群共に30%未満（電波と光学の同時流星は少ない）で、
明るい流星がHROロングエコーとして受信されると言うわけではない。また、暗い火球の方がロングエコーとなる傾向があります。

識別率の高さは対地速度の“**遅い順**”と一致します　ふたご＞しぶんぎ＞しし の順

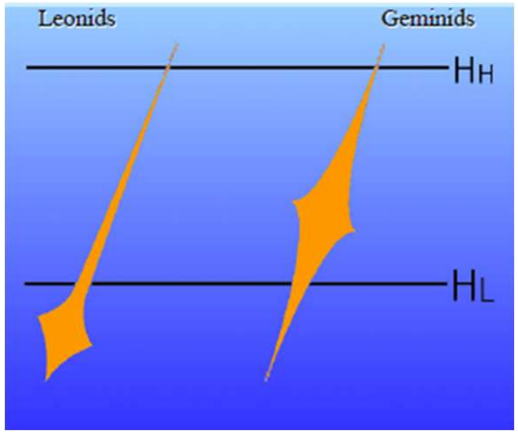
対地速度が遅い方が識別率（電波と光学の同時率）が高い

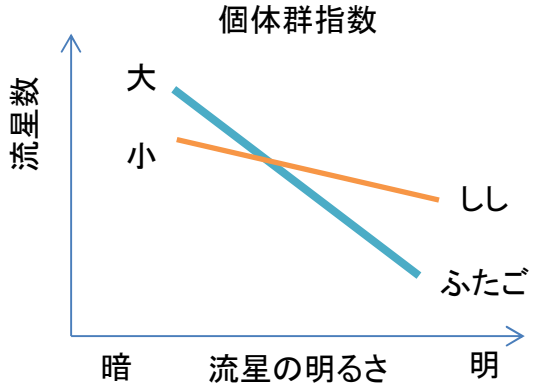
References : The Relationship between Fireball and HRO Long Echo
Erina Yanagida (Tohoku Univ.), Shinobu Amikura (Tsukuba Univ.)

火球とHROロングエコーの関係-2

明るい流星は電子密度を高く維持できるのでHROロングエコーになるはずですが、高高度では大気密度が少なく電子的に不十分となって火球であっても電波で検出出来ない可能性があります。

明るいしし群よりも暗いふたご群の方が識別率が高いのは、電子密度が十分になる高度に範囲があり、その範囲に飛跡があると電波で検出されやすく、さらにその範囲で明るくなる流星は強いエコーとなると考えられます。





個体群指数：横軸を等級、縦軸を流星数としたグラフの傾き
個体群が少ないほど明るい流星が多いことを意味する。

2つの研究のまとめ

- 流星電波観測：観測周波数と流星
  - 周波数が低く、対地速度が遅い方が強い電波となる

- 火球とHROロングエコーの関係
  - 対地速度が遅い流星の方が電波・光学同時流星が多い
  - 電波・光学同時流星は30%未満
  - 火球は：明るい方より暗い方が電波・光学同時流星が多い
  - 火球は：明るいからロングエコーになると言う物ではない．むしろ、暗い方がロングエコーとなる
  - 適度な高度範囲に飛跡があると電波で検出しやすい、その範囲で明るくなると強いエコーになる

- ここでまとめた私の研究は、これらの先行研究を調べる前に行いました

観測者

- 観測期間
  - 2020年7月、8月
- 観測者　全て平博流星分科会メンバー
  - 光学（TV）観測
    - 小田原市
      - 清水(KN7_01, KN7_02)
    - 平塚市
      - 藤井(KNB_ST 7/7のみ)
        学芸員
      - 秋山(KN4_01, KN4_02)
      - 横関(KND_01, KND_02)
      - 小林(KNF_01)
    - 茅ヶ崎市
      - 岡澤(KN6_02, KN6_03)
      - 永井(KN9_01, KN9_02, KN9_03)
    - 横浜市
      - 鈴木(KN8_1)
  - 電波観測
    - 神奈川県茅ケ崎市　永井
    - マスプロFM3、SDR（AIR SPY MINI）

観測場所

TV観測：7名が真南にカメラを向ける
HRO電波：マスプロFM3を真南に向ける

観測上の問題：全ては検出できない

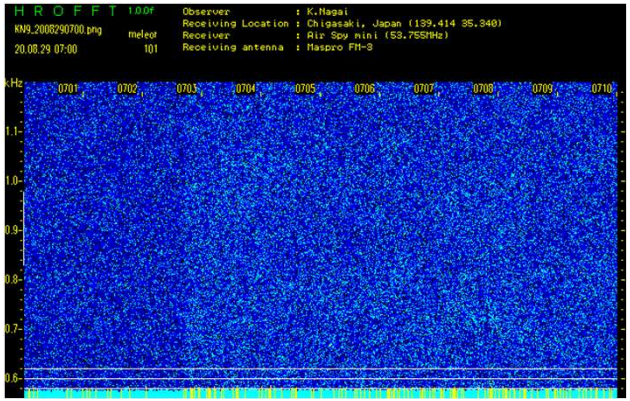
TV観測（光学）

- 夜のみ観測
- お天気の影響
- 指向性が高い
- 明るさ測定が正確
- TV観測で同時流星なら
  - 方向・高度が求まる

電波観測

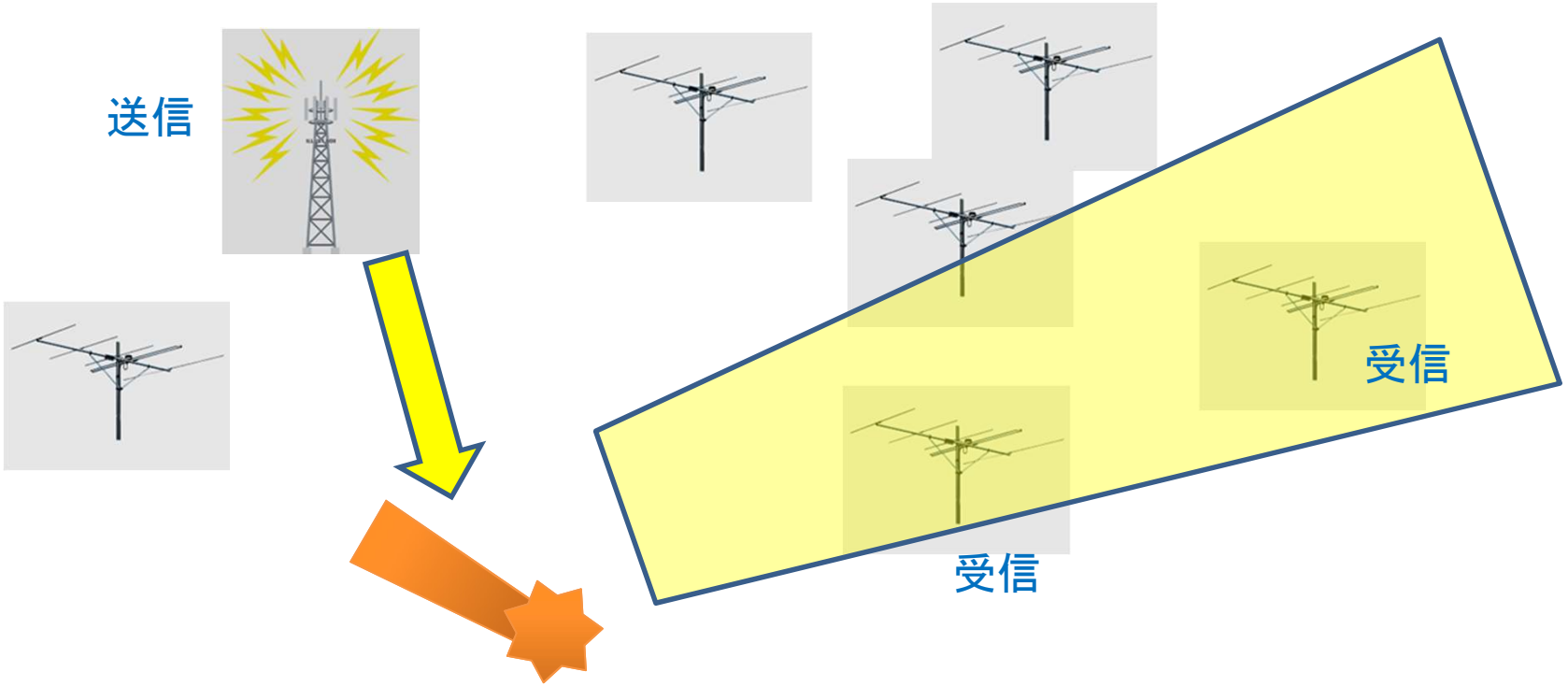
- 昼夜観測できる
- スポE・生活雑音などの影響
- 光学より広範囲を検知
- 私の受信システムの感度不足
  - 100Mの設備で50M帯を観測
- 受信したエコーの強度が不明
  - 現状、絶対値は分からない

全般にノイズっぽい
朝7時からノイズ増加



電波エコー、１点観測の問題

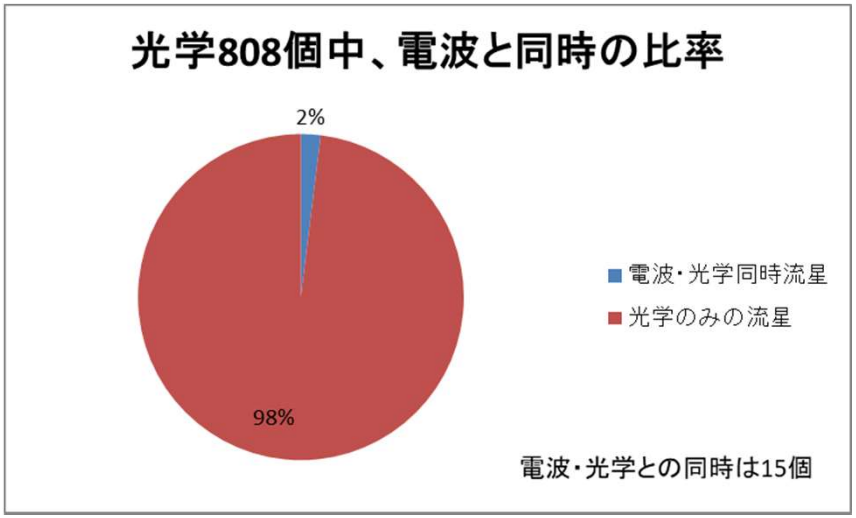
- １点観測はエコーがあっても検出されない場合がある
  - エコーに等方性が無く、幅が狭い場合
  - 受信システムの感度のばらつき（エコーがあっても受信されない場合がある）
- 多点で受信した電界強度が測定できれば流星の方位・高度がわかる？



解析手順

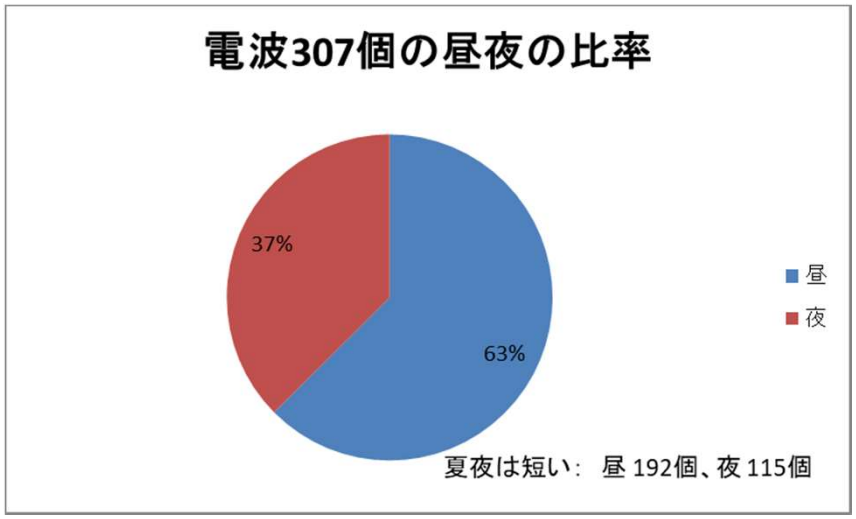
- 光学多点観測から流星の対地軌道を求める
- 電波と光学でほぼ同時刻の流星を探す
- 同時流星の対地軌道等で類似する性質を探す
  - 類似しない性質も探したい
  - 対地軌道、絶対等級、速度、発光時間、高度…
- 同時流星の電波エコーで類似する性質を探す
  - 類似しない性質も探したい
  - エコーの強さ、継続時間、光学との時間差

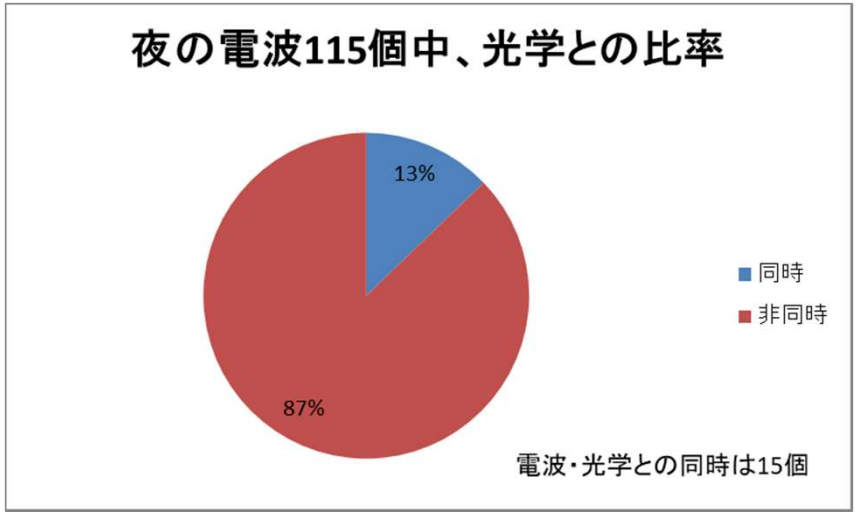
検出数



- 光学観測で軌道が求まった流星は808個 （UFO Orbit V2, Q0品質で解析）
- 電波エコーを307個検出
- その内、日没30分後から日出30分前までのエコーは115個
- 電波と同時は15個
- 電波と光学の同時流星は少ない

先行研究と同じ結果





電波と光学の同時・非同時流星の比較

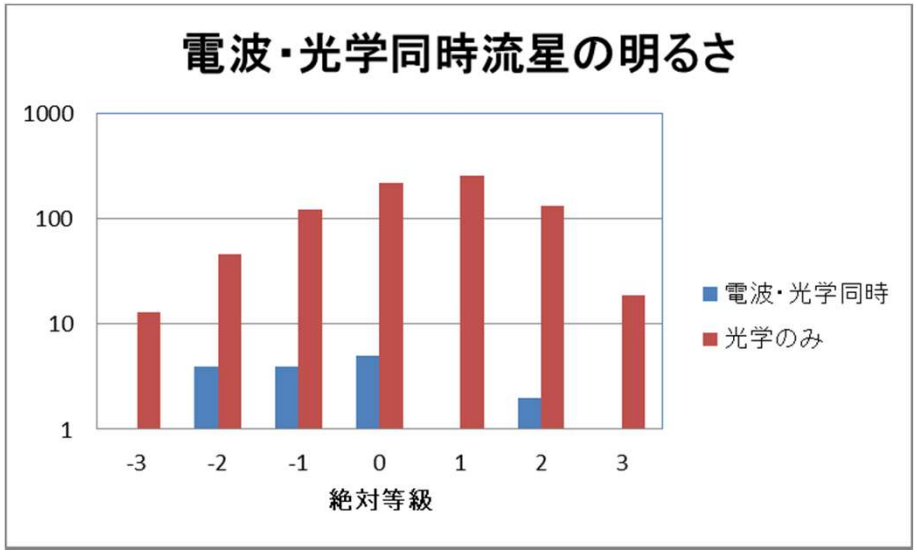
- 光学観測で対地軌道の分かった流星と
  電波観測と同時になった流星・同時にならなかった流星の比較を行った

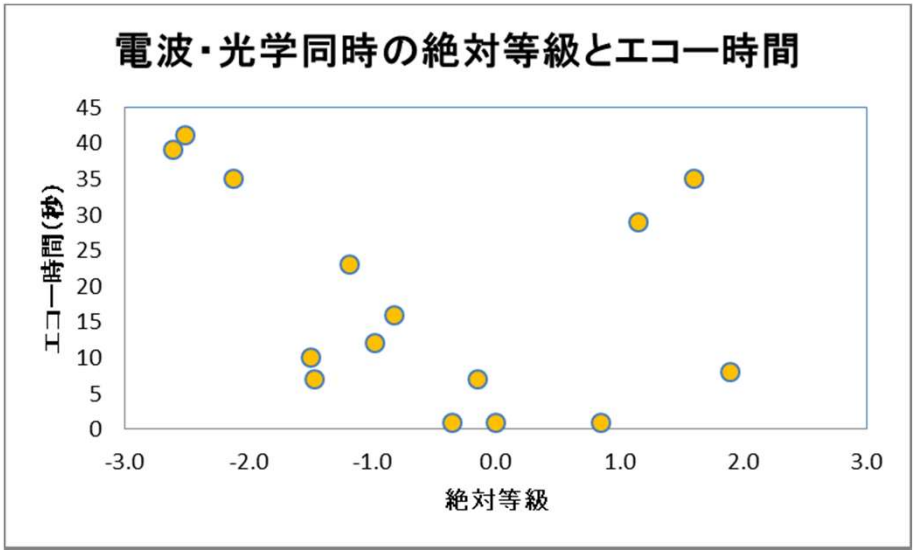
  - 絶対等級　：　天頂方向100kmに換算した等級
  - 対地速度　：　対地速度
  - 継続時間　：　流星が光っていた時間
  - 始点高度　：　光りだした高度
  - 終点高度　：　消えた高度
  - グランドマップ　：　流星の対地軌道を地面に投影した図

電波と光学の同時流星

No	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	分光	remarks
1	20200730_195011	20200730_195008	0.47	35	J5_Per	-2.1	51.8	x	同じ流星、LONGエコー
2	20200802_013920	20200802_013900	0.50	8	J5_sdA	1.9	40.7	x	たぶん同じ流星
3	20200804_020139	20200804_020102	0.28	29	J5_sdA	1.1	35.1	x	同じ流星、LONGエコー、違うかも
4	20200810_224556	20200810_224548	0.47	23	J5_Per	-1.2	48.9	x	同じ流星、LONGエコー
5	20200811_030529	20200811_030545	0.10	1	spo	1.6	51.3	x	同じ流星かも知れない
6	20200812_232440	20200812_232507	0.57	12	spo	-1.0	41.2	x	電波の方が先に検出、時刻は似ている
7	20200813_005336	20200813_005343	0.35	1	J5_Per	0.8	58.0	x	同じ流星
8	20200813_012254	20200813_012315	0.33	7	J5_Per	-1.5	58.8	x	同じ流星かも知れない、断続的なLONGエコー
9	20200813_033042	20200813_033022	0.10	39	J5_Per	-2.6	51.1	あり	同じ流星、LONGエコー
10	20200813_034623	20200813_034627	0.20	1	spo	-0.4	63.5	x	同じ流星
11	20200814_000819	20200814_000815	0.40	16	J5_Per	-0.8	53.8	x	同じ流星、LONGエコー
12	20200814_012517	20200814_012509	0.36	10	spo	-1.5	63.7	x	たぶん、同じ流星
13	20200820_234831	20200820_234828	0.73	1	spo	0.0	35.5	x	同じ流星
14	20200825_232310	20200825_232301	0.83	41	spo	-2.5	57.3	x	同じ流星、LONGエコー
15	20200828_040247	20200828_040243	0.97	7	spo	-0.2	37.8	x	同じ流星

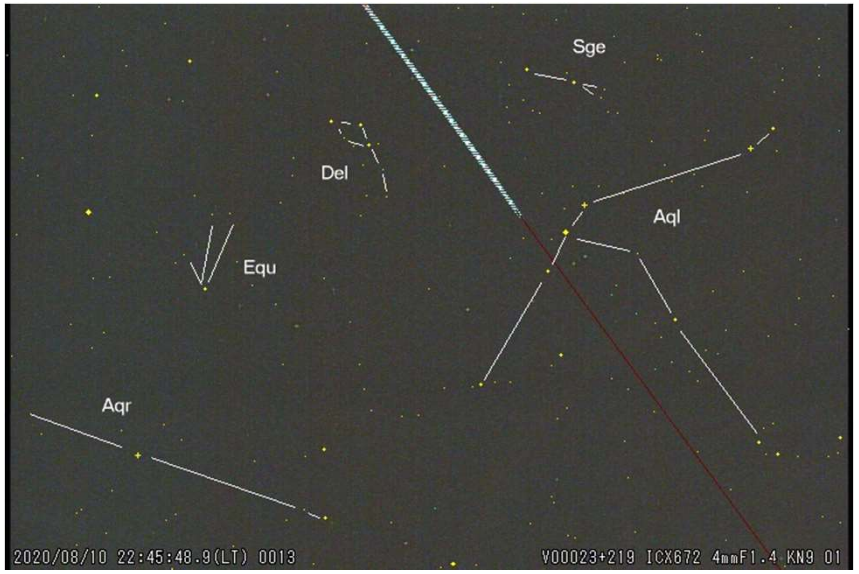
絶対等級の比較

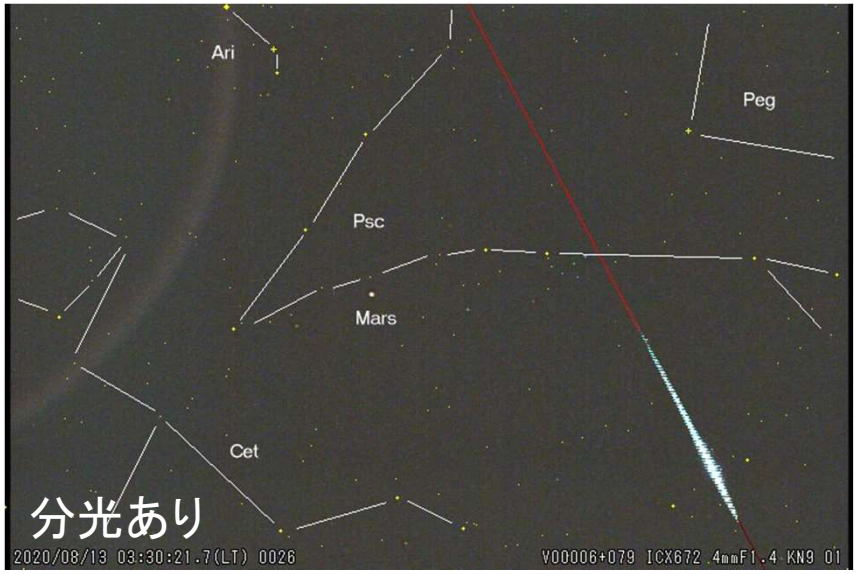


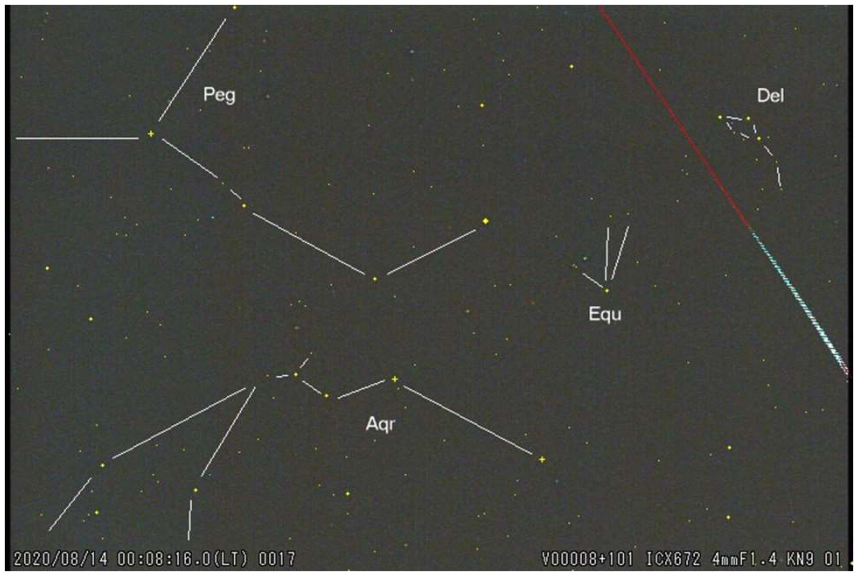


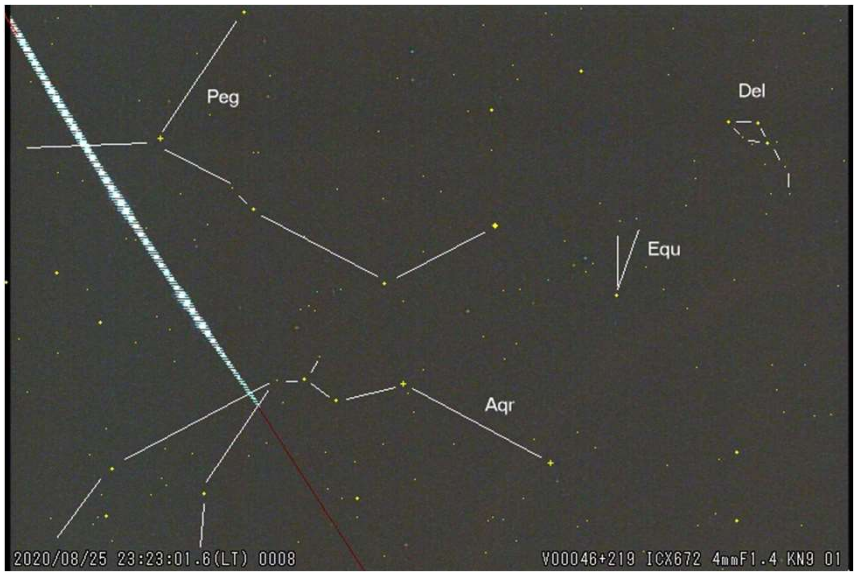
- サンプルが少ないが、明るさと同時流星数には相関があるように見えなくもない
  - 明るい流星が必ずしも電波で検出されるわけではない　先行研究と同じ結果
- エコー時間は0等より明るい物には相関がある、0等以下には相関が見られない
  - 暗い流星は同時流星では無いかも知れません
  - 明るいとロングエコーになる　先行研究では-3等付近でロングエコー検出が多くなっている

ロングエコーとなった流星は明るい

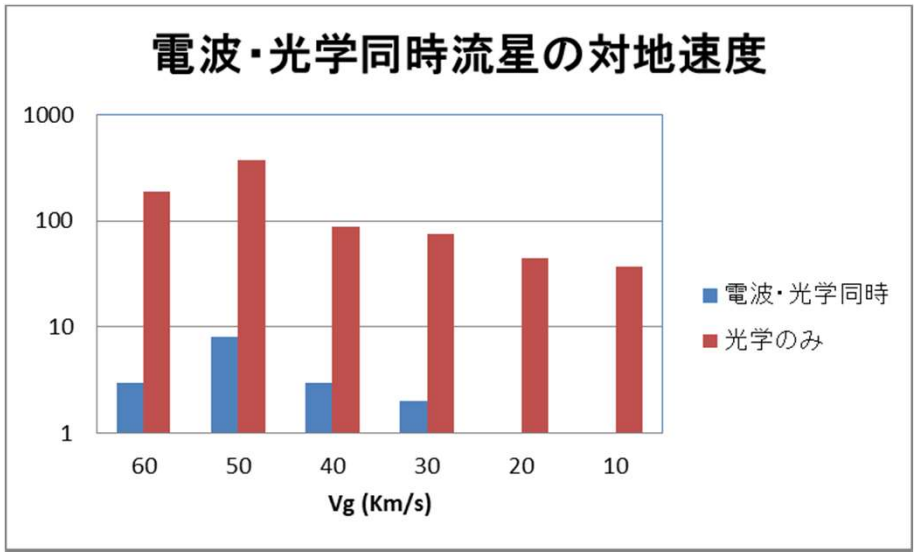


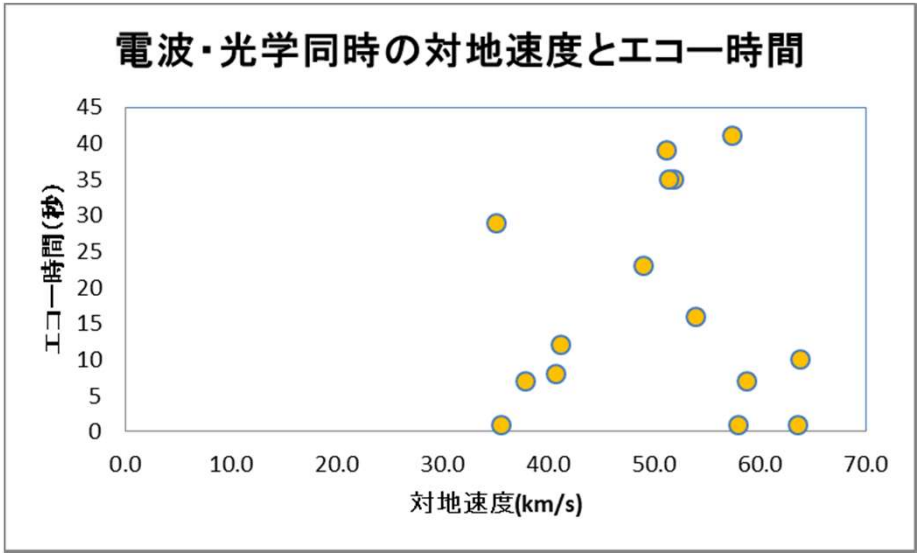






対地速度の比較

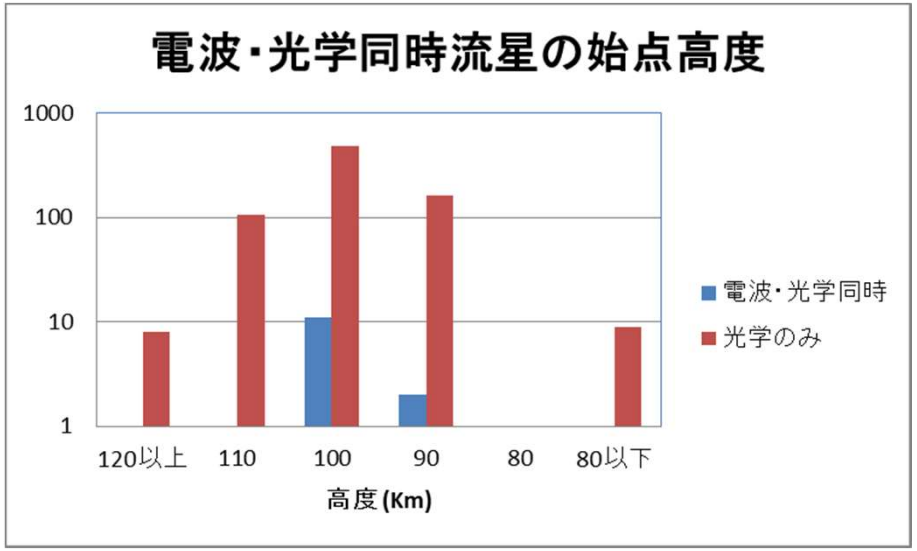


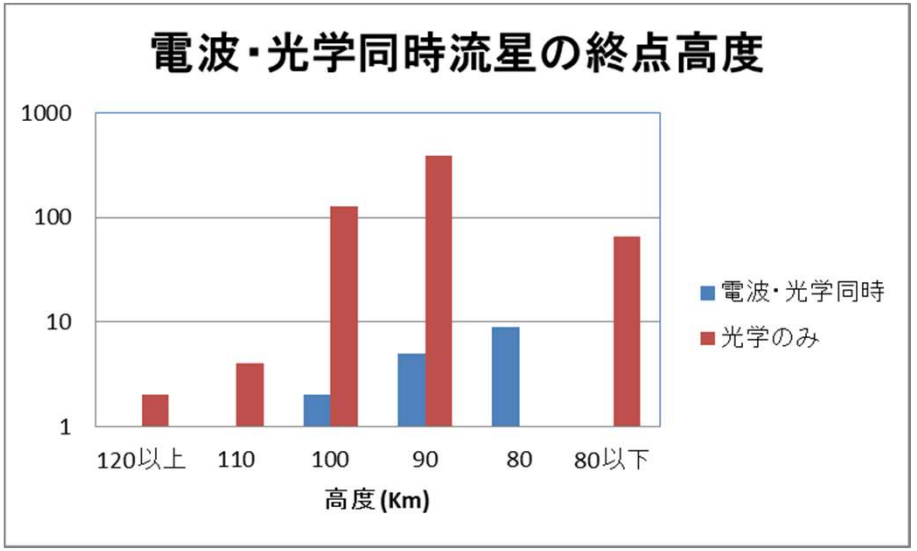


- 速度と同時流星数には相関があるように見える
  - 数が多いと同時流星も増える
  - 速度が異なっても同率で同時流星がある
- エコー時間と対地速度には相関が見られない

先行研究では速度が遅い方が電波光学同時流星が多いとされている

高度の比較

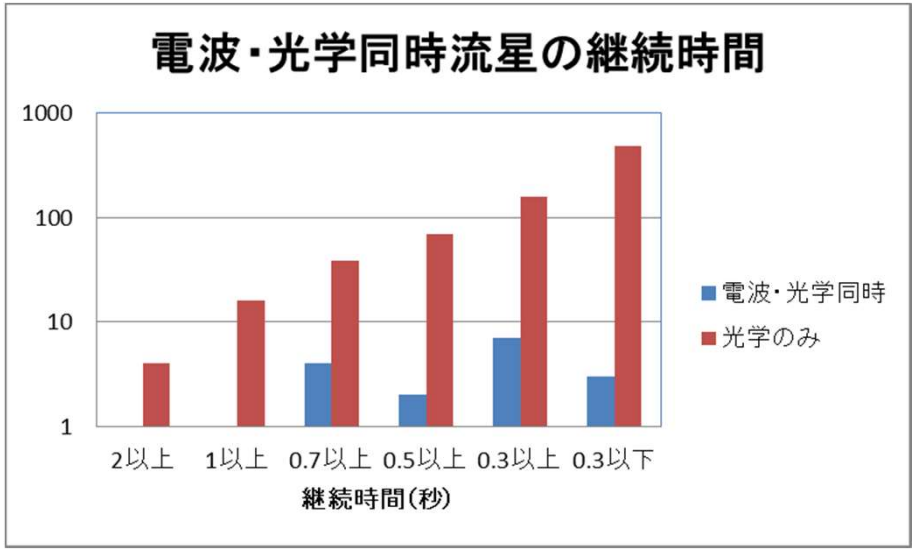


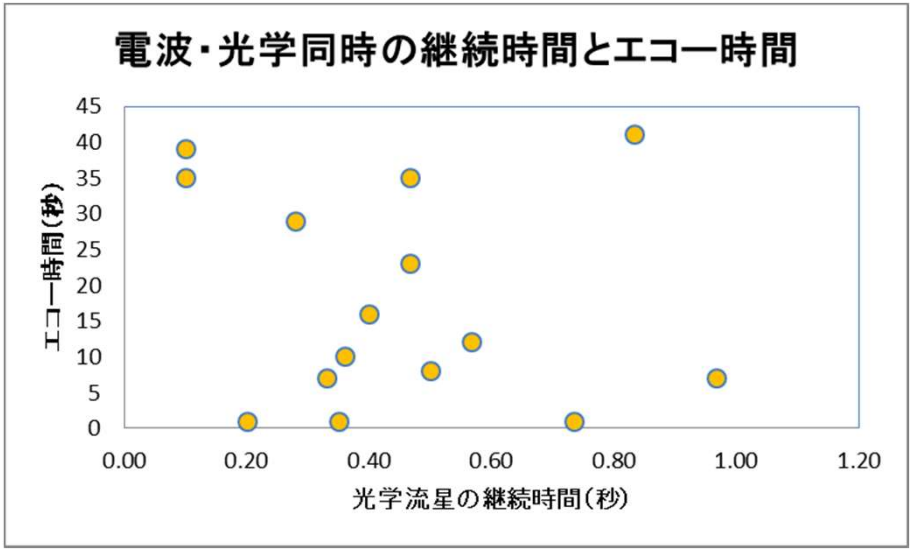


- ピークが一致している様なので始点高度と同時流星数には相関があるようにも見える
- 低い方が多い傾向は同じなので、終点高度と同時流星数には相関があるのかも知れない

先行研究では、ある高度の範囲で電波強くなると考察されている
今回の結果を見ると100kmから80kmがその範囲となる

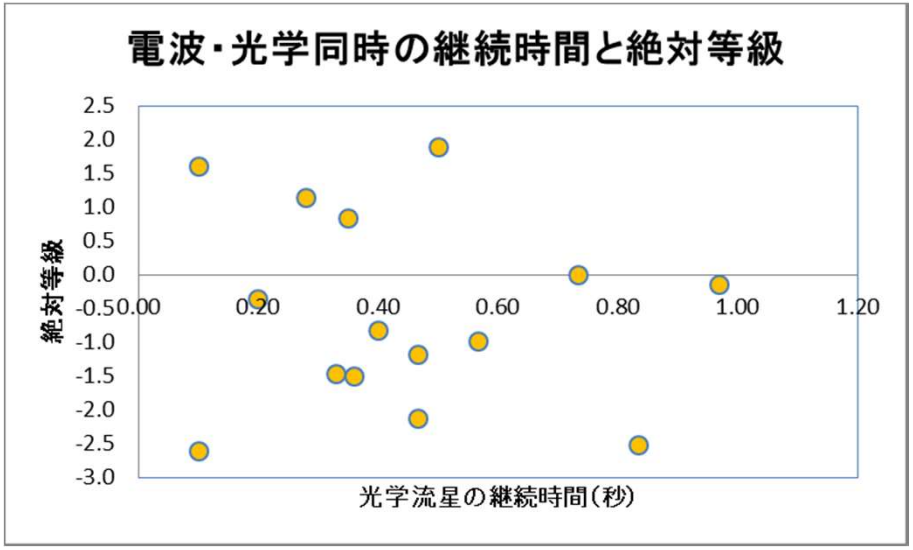
発光継続時間の比較

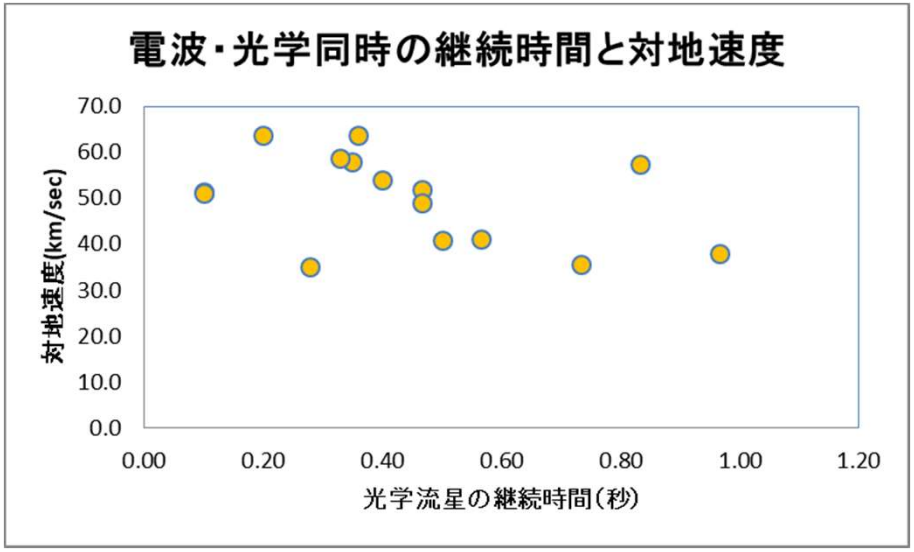


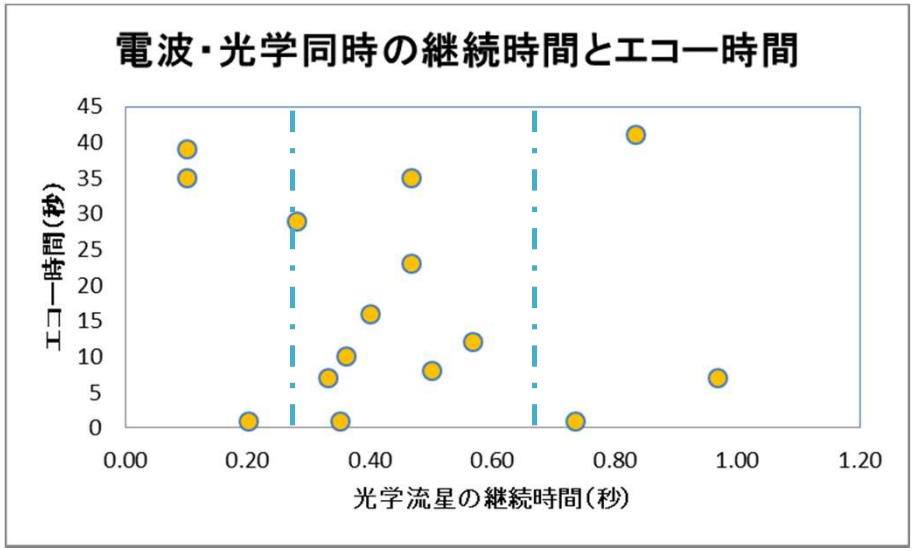


- 発光時間が少なすぎると電波エコーが減る
- また、長ければ同時流星が多いわけでもない
- 適度な範囲があるようです！（発光継続時間に注目する必要あり）
- エコー時間と継続時間に相関は無い
  - 発光継続時間が短くてもロングエコーになる

同時流星の継続時間と各諸量の相関

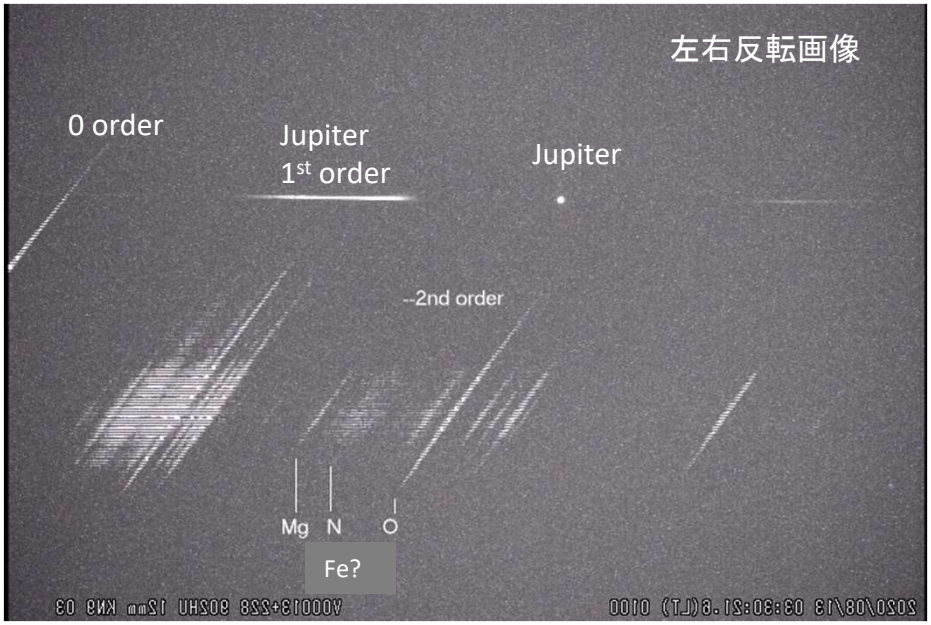


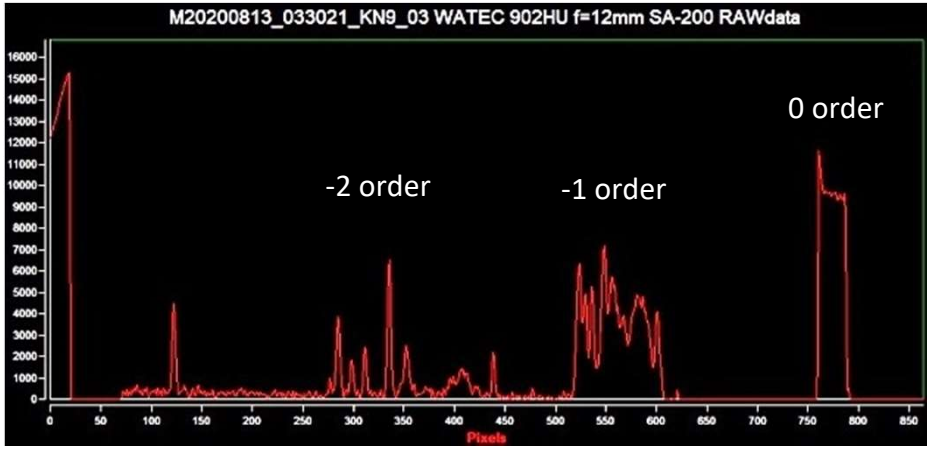


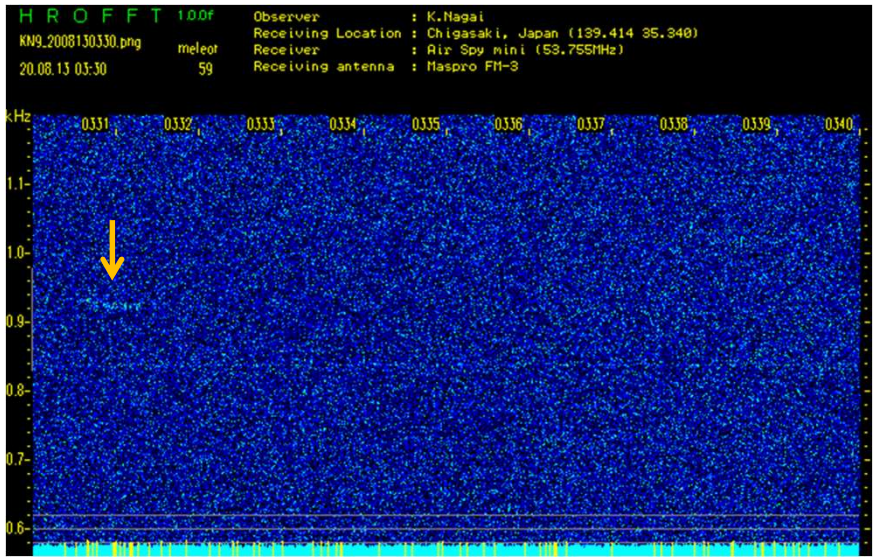


- どのグラフを見てもエコー時間と相関が無いようです
- ところが、継続時間とエコー時間を見ると継続時間0.6秒以下の流星が電波で検出されやすいと思えます
- 継続時間が短いほど流星の数は増えますが電波と同時の流星は増えていません
- 継続時間が0.3～0.6秒の流星が電波と同時流星になりやすいと思われます

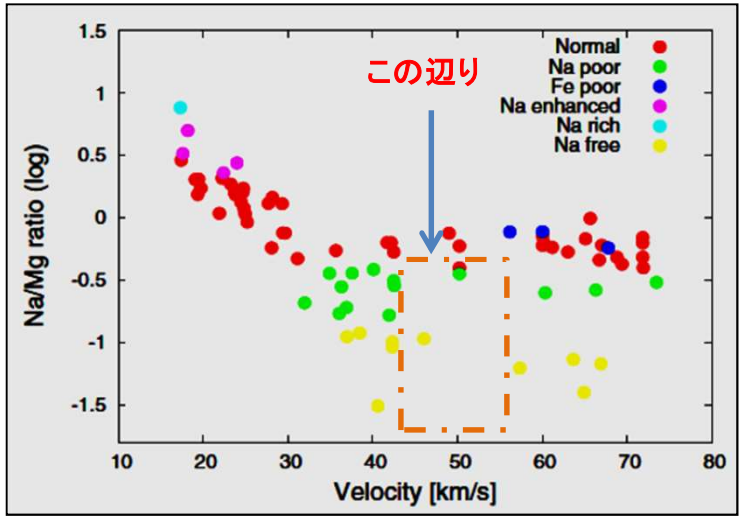
分光観測

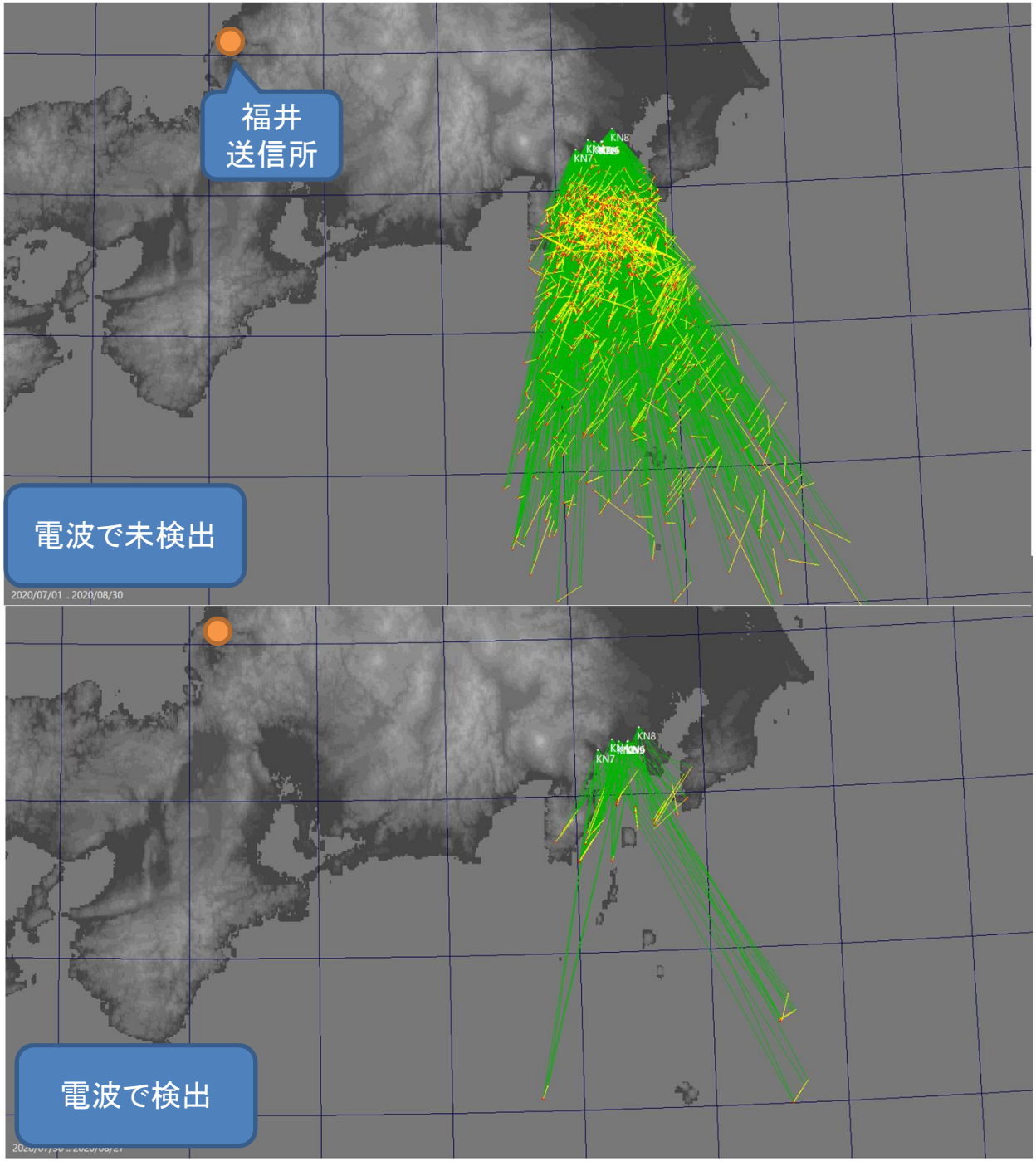




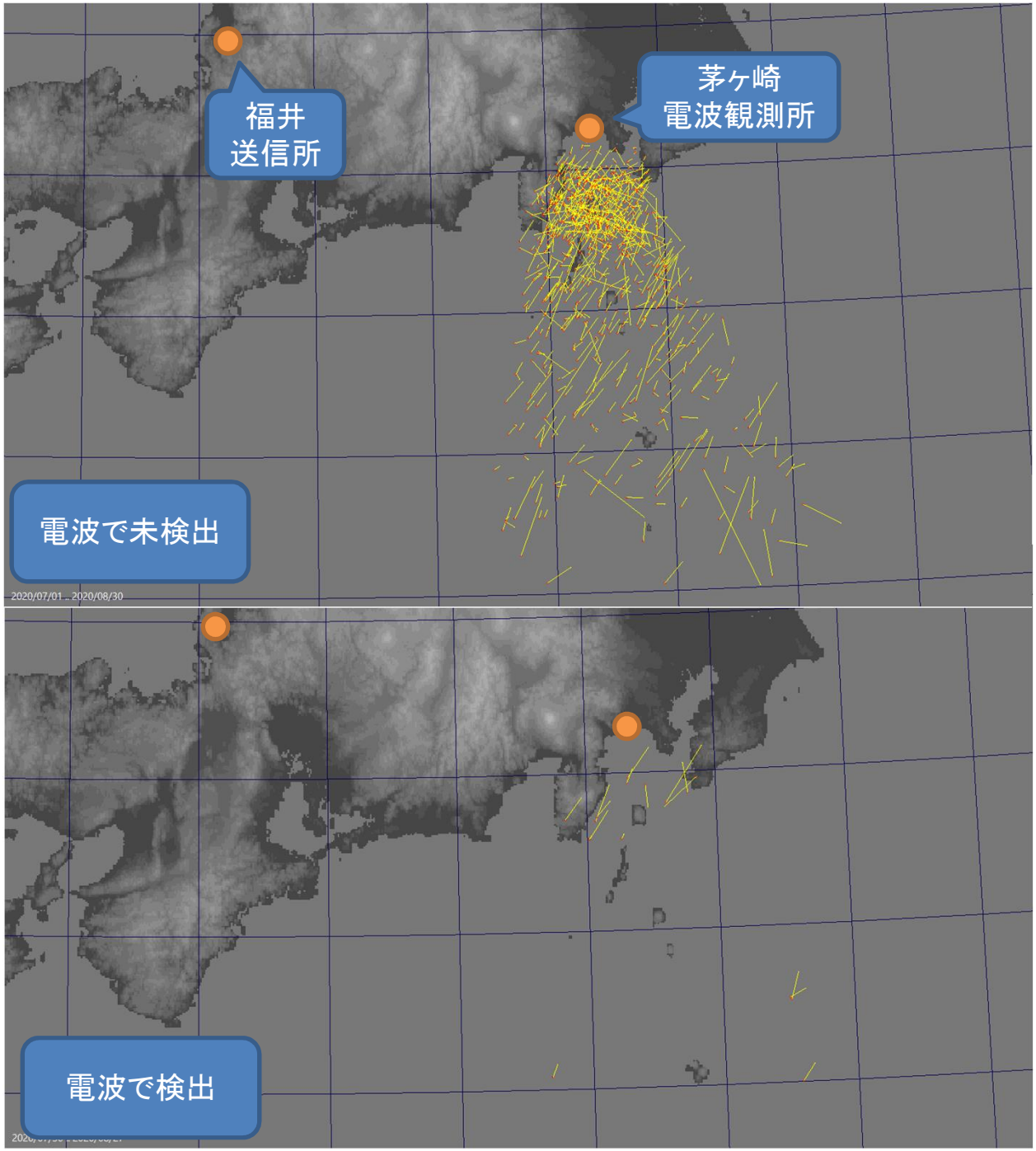


- 2020/08/13 03:30:21の流星スペクトル
- -2.6等、明るいペルセ群
- 50km/sec、39秒のLong Echo
- Na poorかFreeと思われます
- サンプルが1つしか無く、議論は難しい





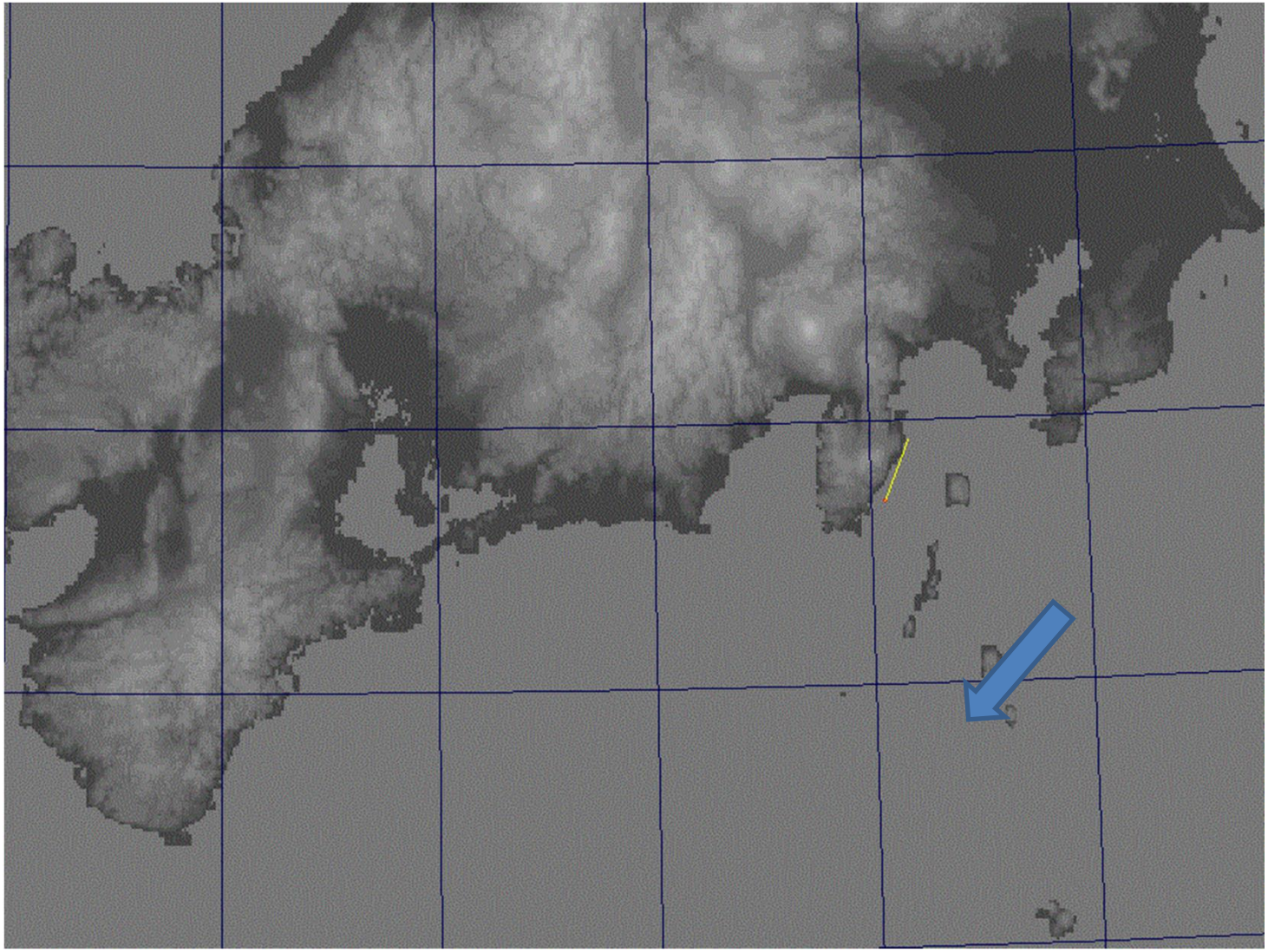
- 光学観測から得られたグランドマップ
- 上図は電波と非同時の流星
- 下図は電波と光学の同時流星



- 前のスライドから流星の軌道だけを描いたグランドマップ
- 上図は電波と非同時の流星
- 下図は電波と光学の同時流星
- 近傍の流星は見かけ上明るいので平塚/茅ヶ崎近傍の流星が多い

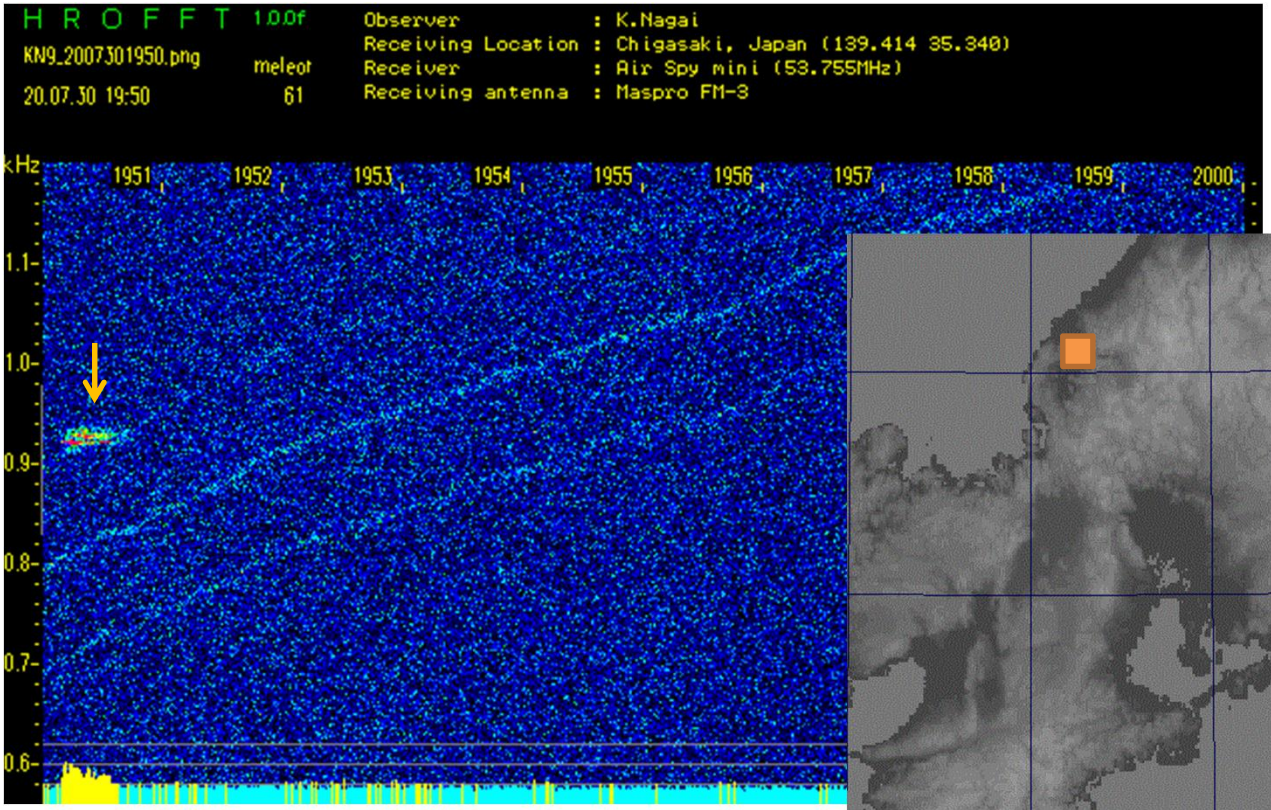
この角度の流星の電波エコーを受信している場合が多い

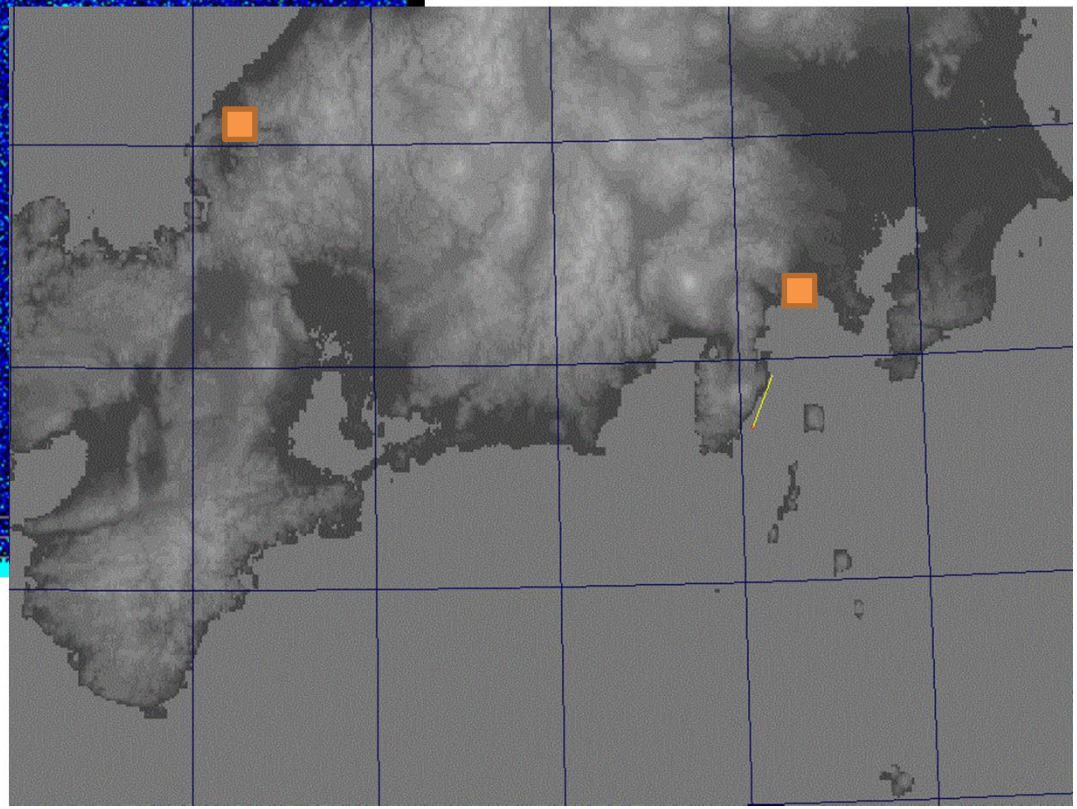
光学・電波同時流星の対地軌道動画



電波20200730_195011 光学20200730_195008

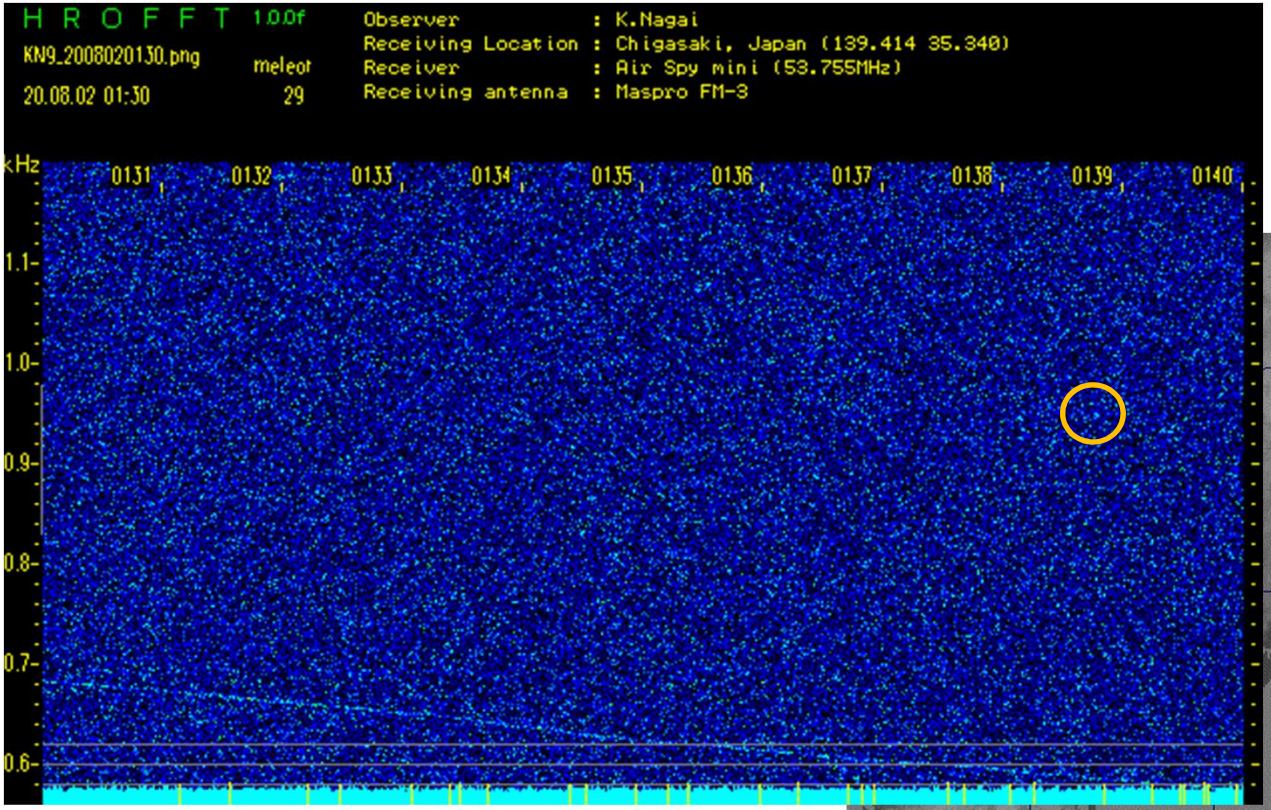
継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.467	35	J5_Per	−2.12	51.8	LONGエコー

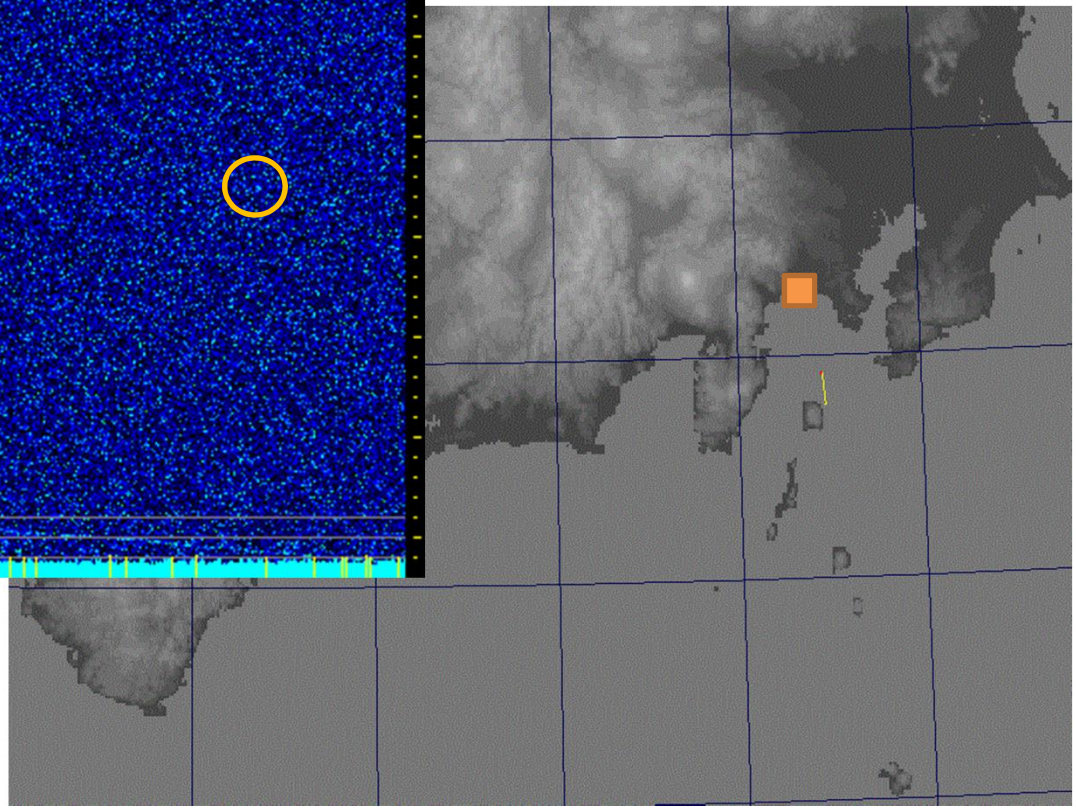




電波20200802_013920 光学20200802_013900

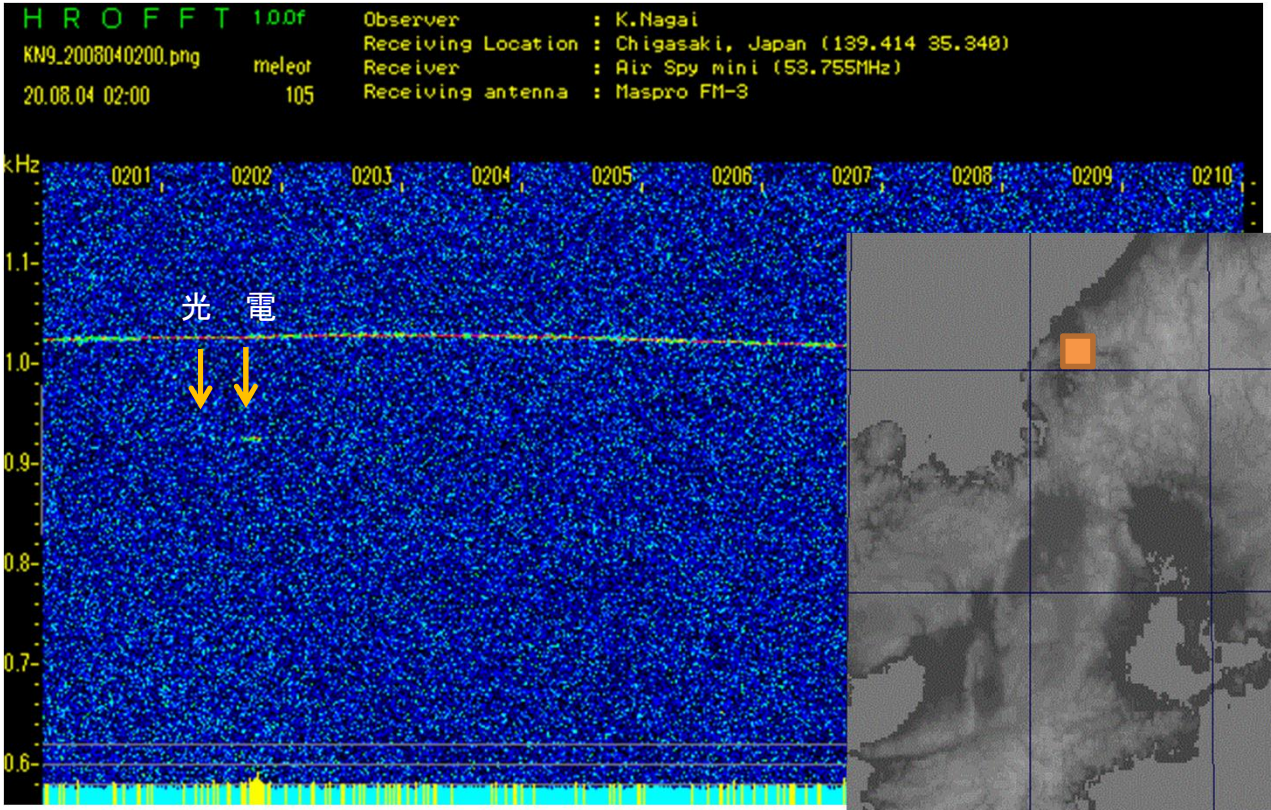
継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.501	8	J5_sdA	1.90	40.7	たぶん同じ流星



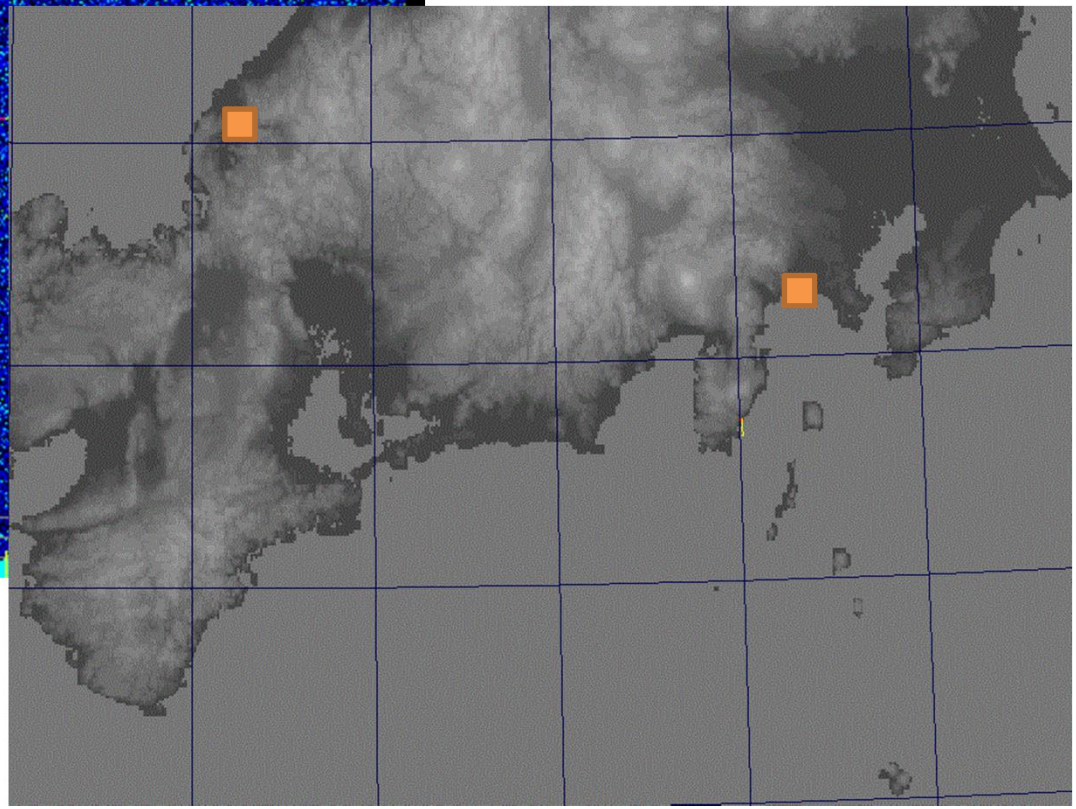


電波20200804_020139 光学20200804_020102

継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.279823	29	J5_sdA	1.15	35.1	LONGエコー、違うかも

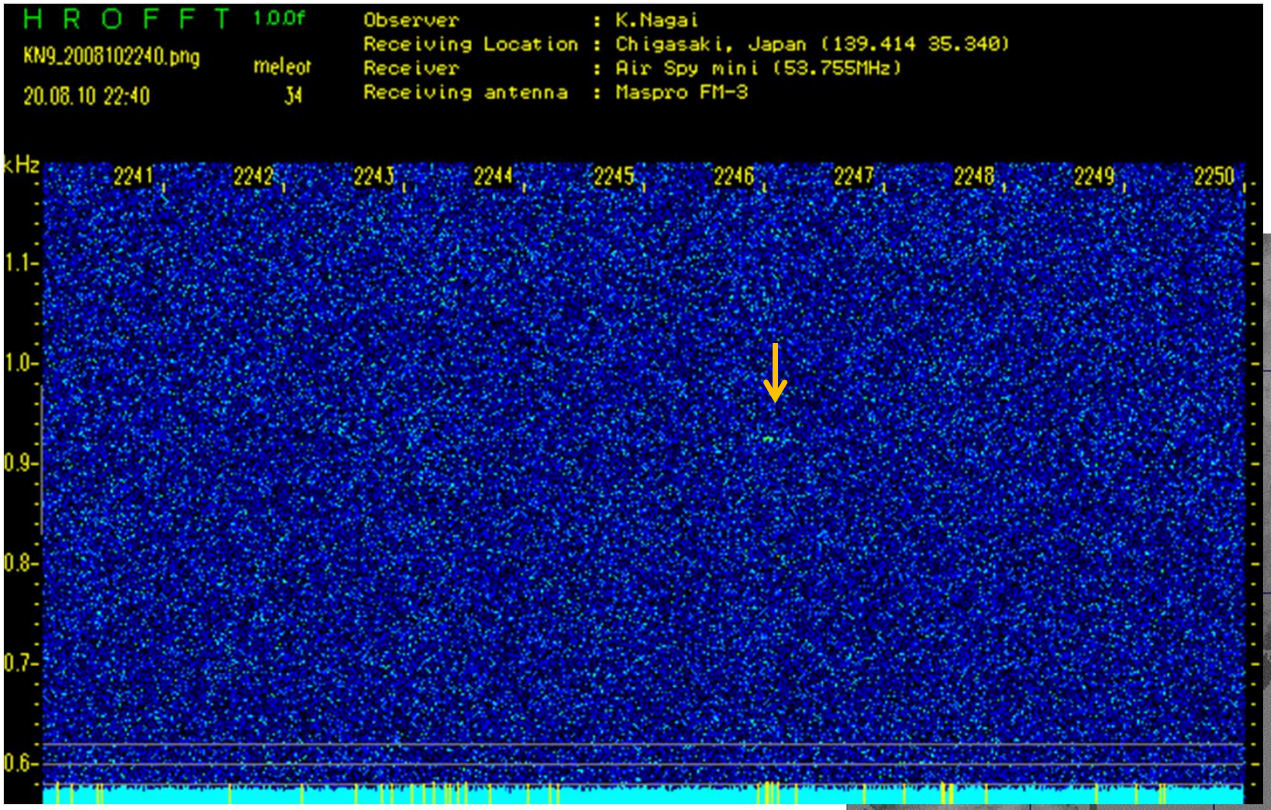


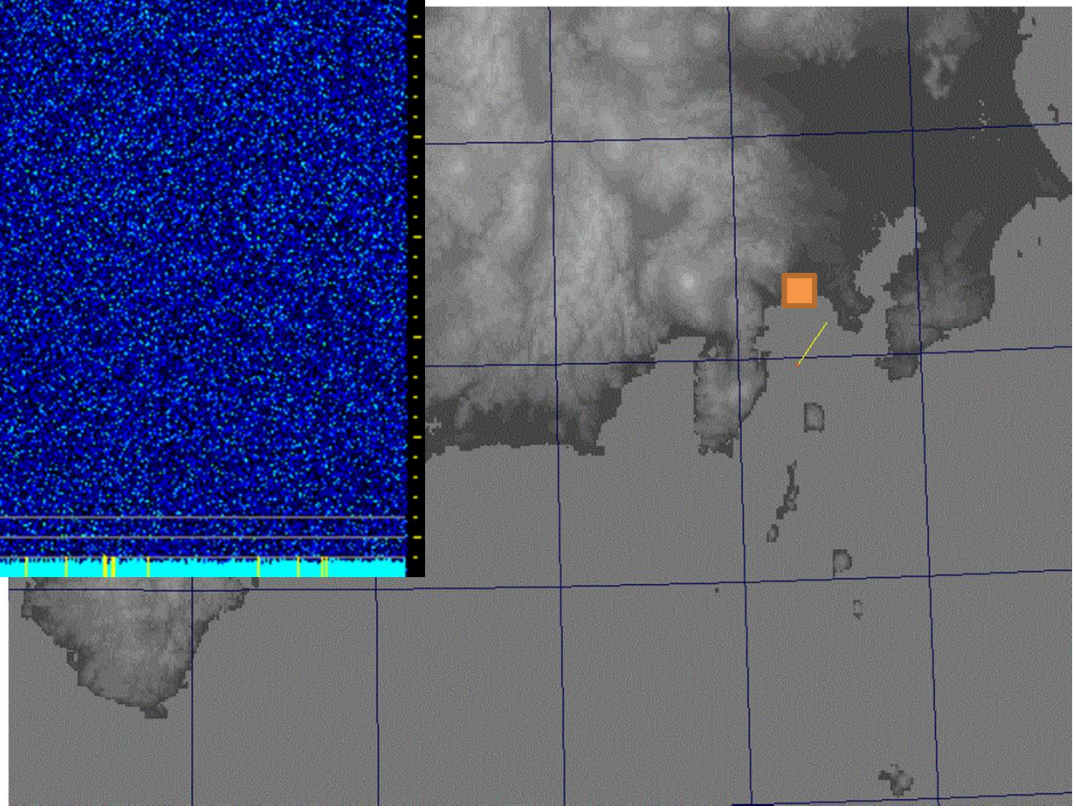
時差大きい



電波20200810_224556 光学20200810_224548

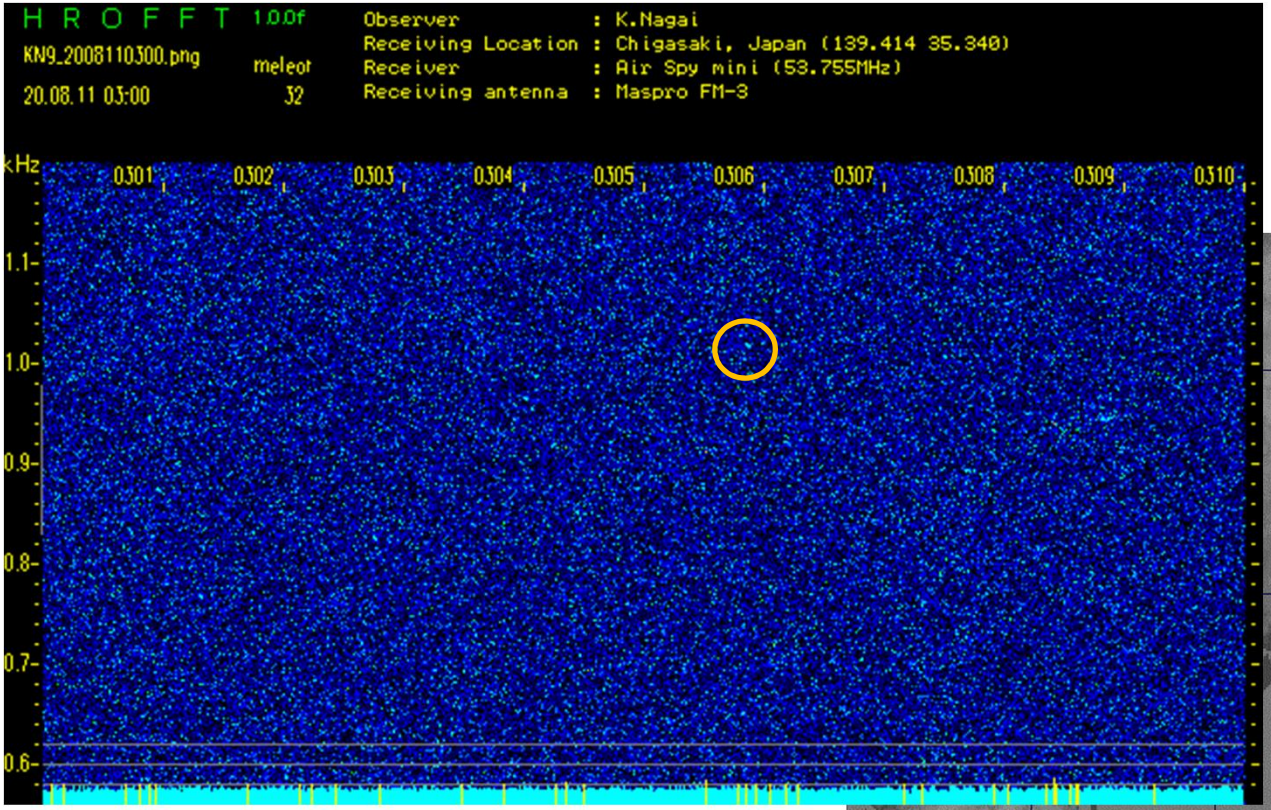
継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.467	23	J5_Per	−1.18	48.9	LONGエコー

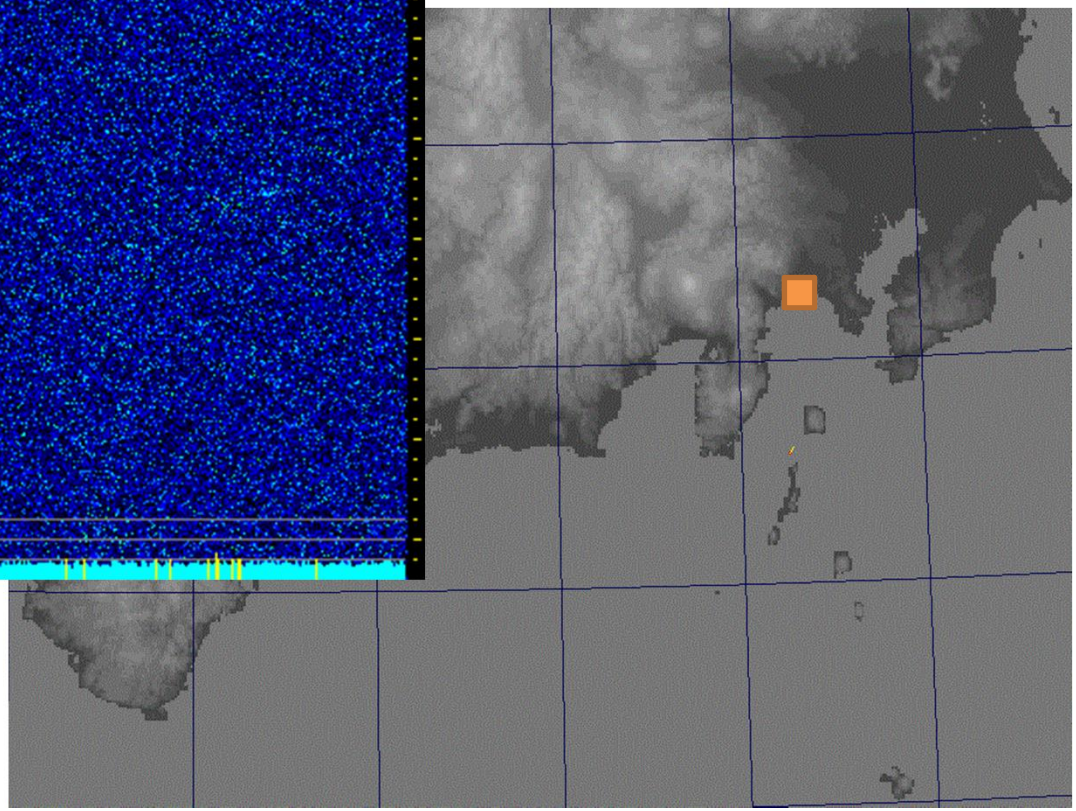




電波20200811_030529 光学20200811_030545

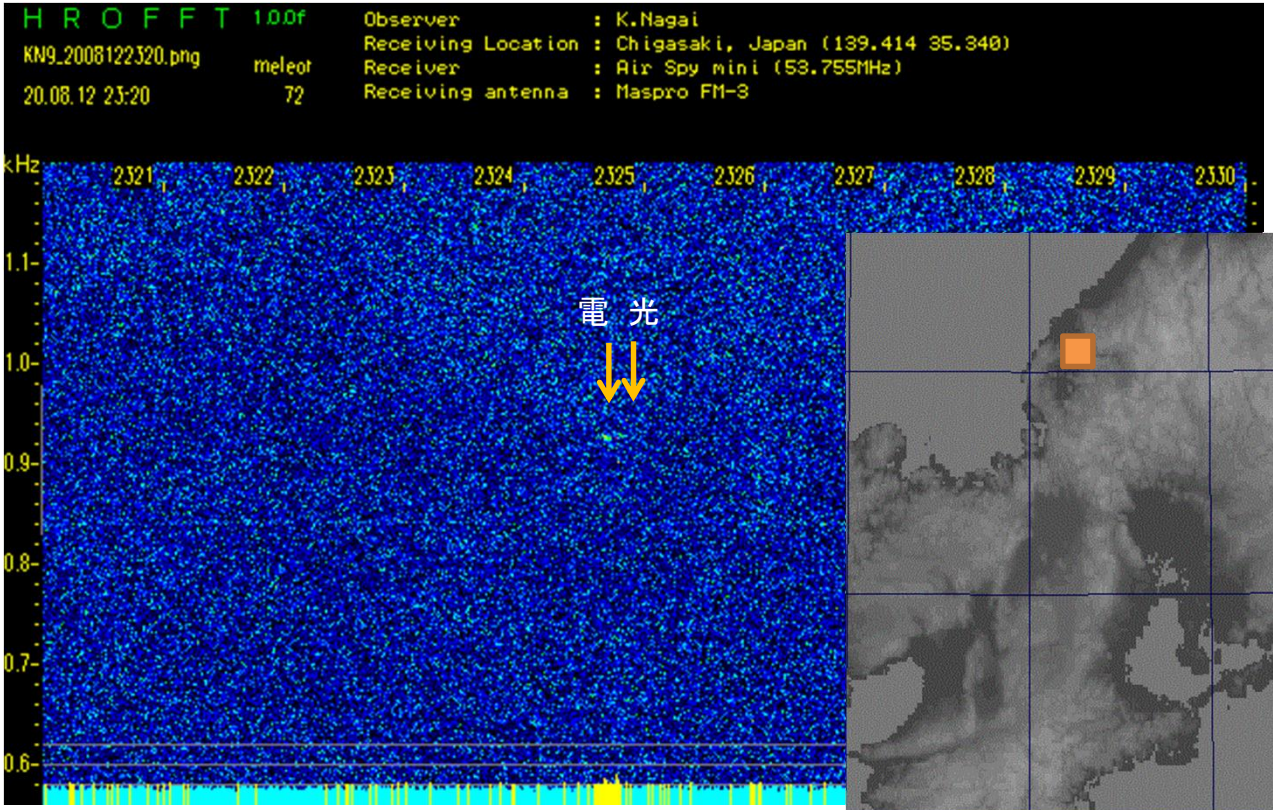
継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.1	1	spo	1.60	51.3	同じ流星かも知れない

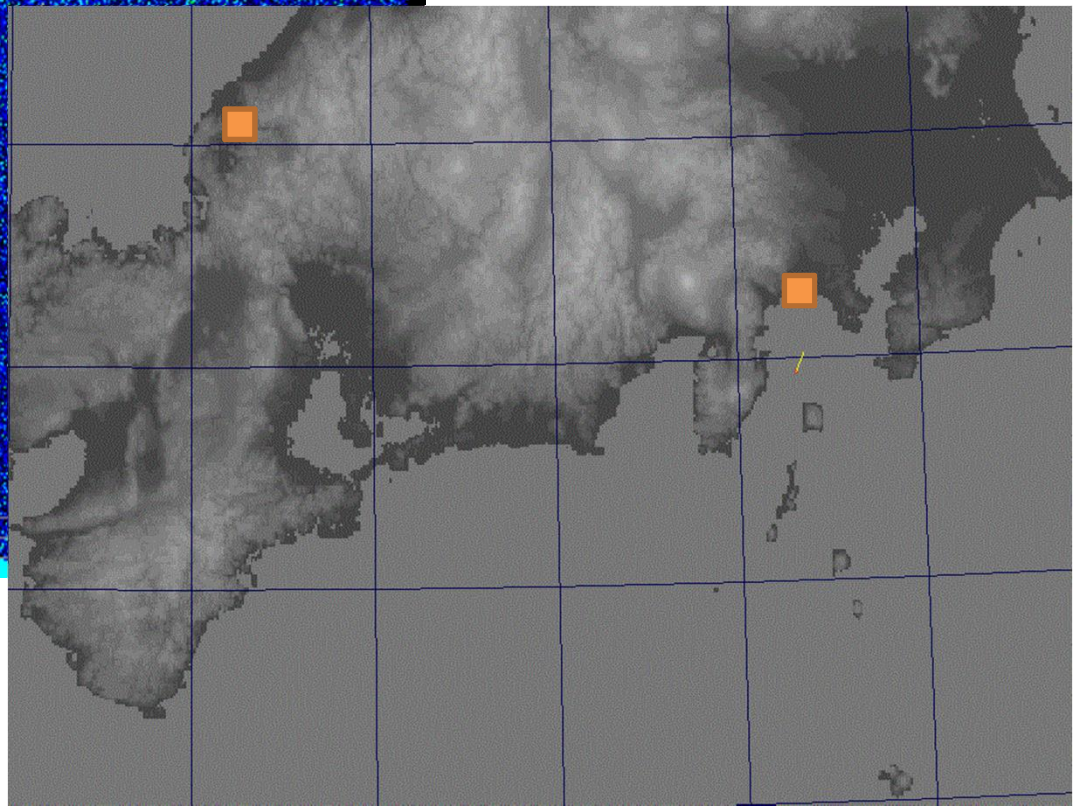




電波20200812_232440 光学20200812_232507

継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.567	12	spo	−0.98	41.2	電波の方が先に検出、時刻は似ている

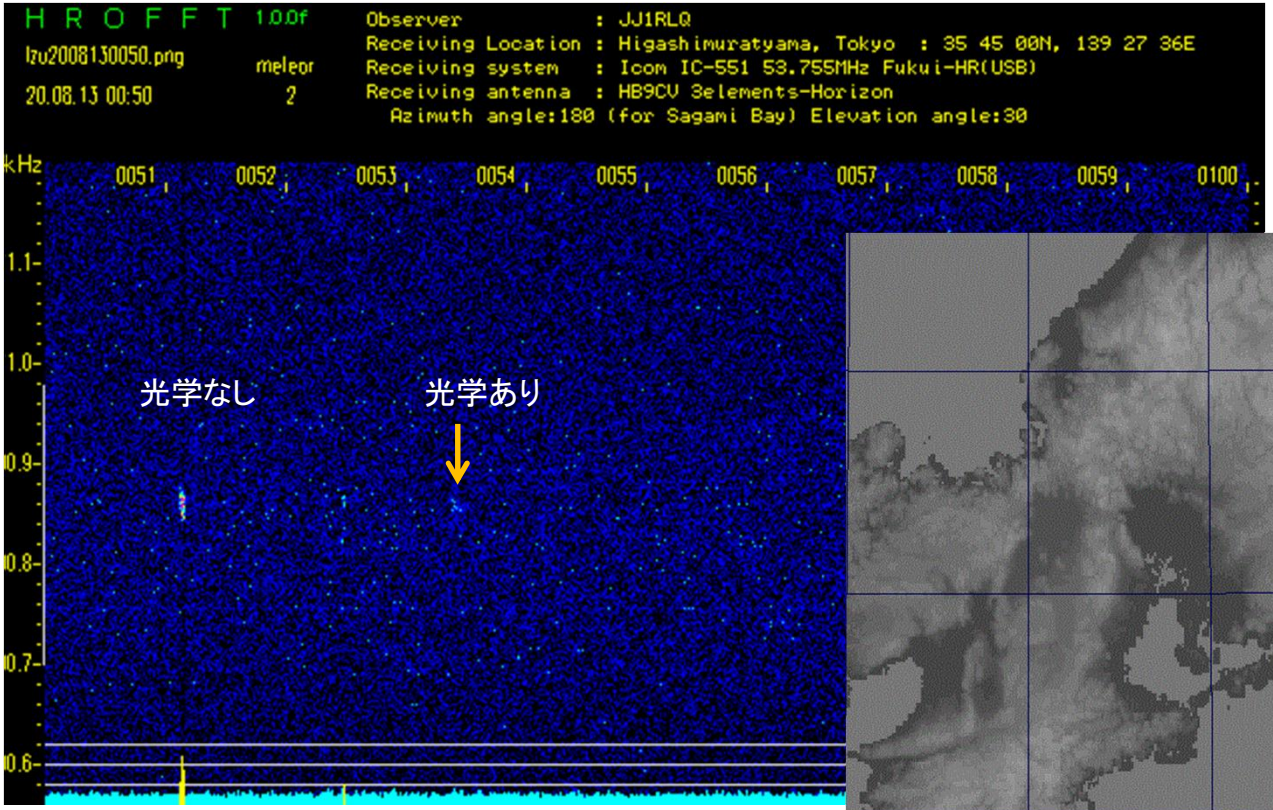


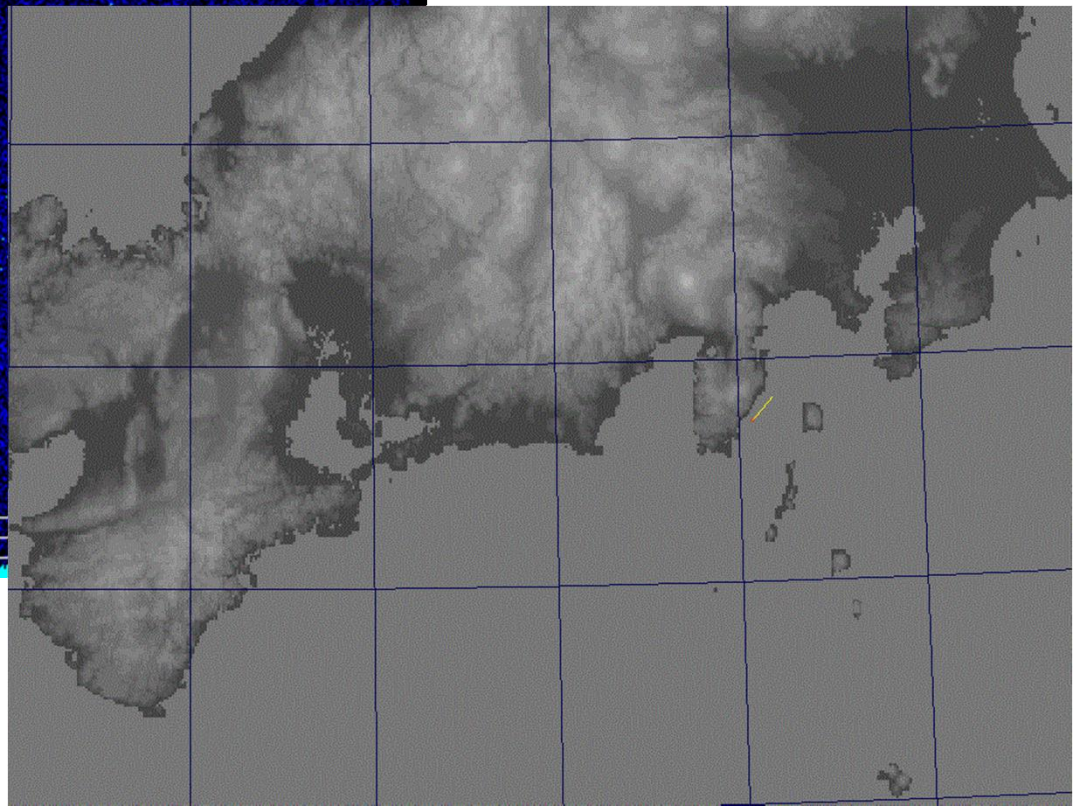


同時は二つ目のエコーか？

電波20200813_005336 光学20200813_005343

継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.35	1	J5_Per	0.85	58.0	

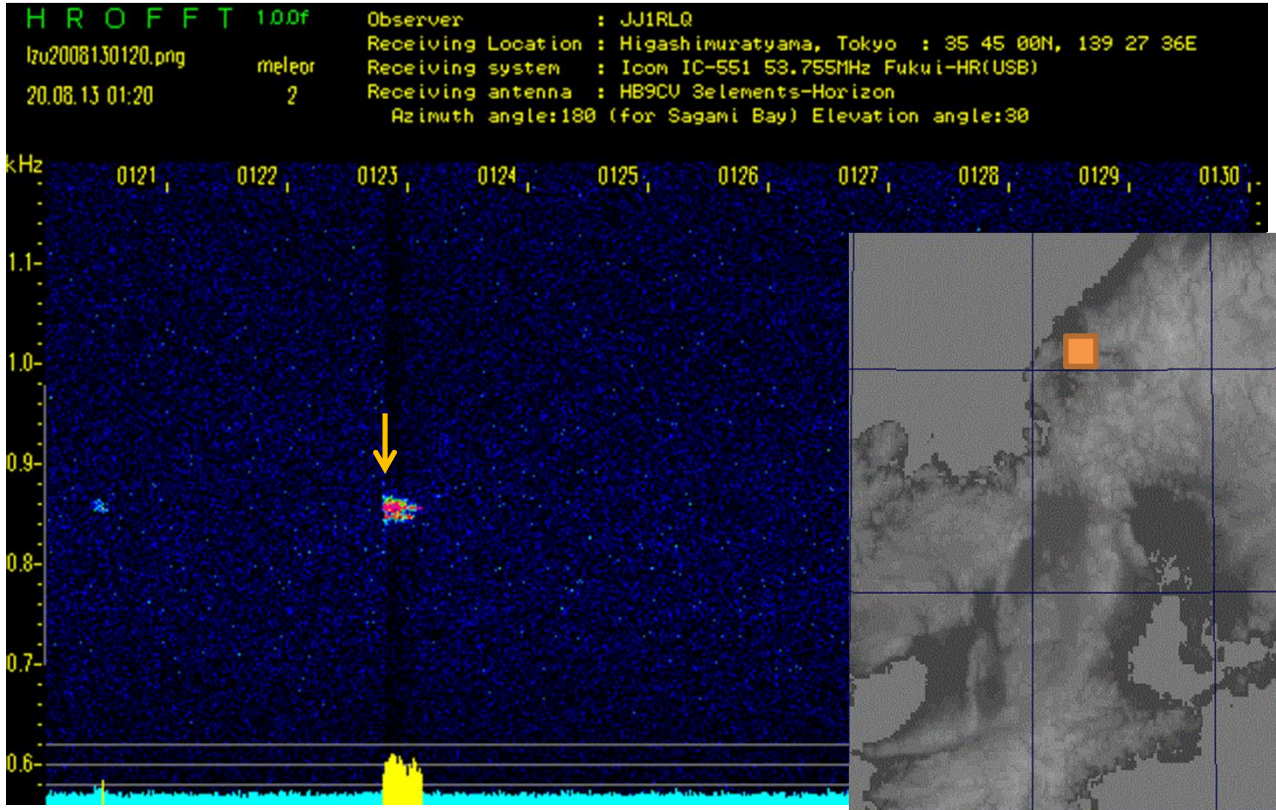


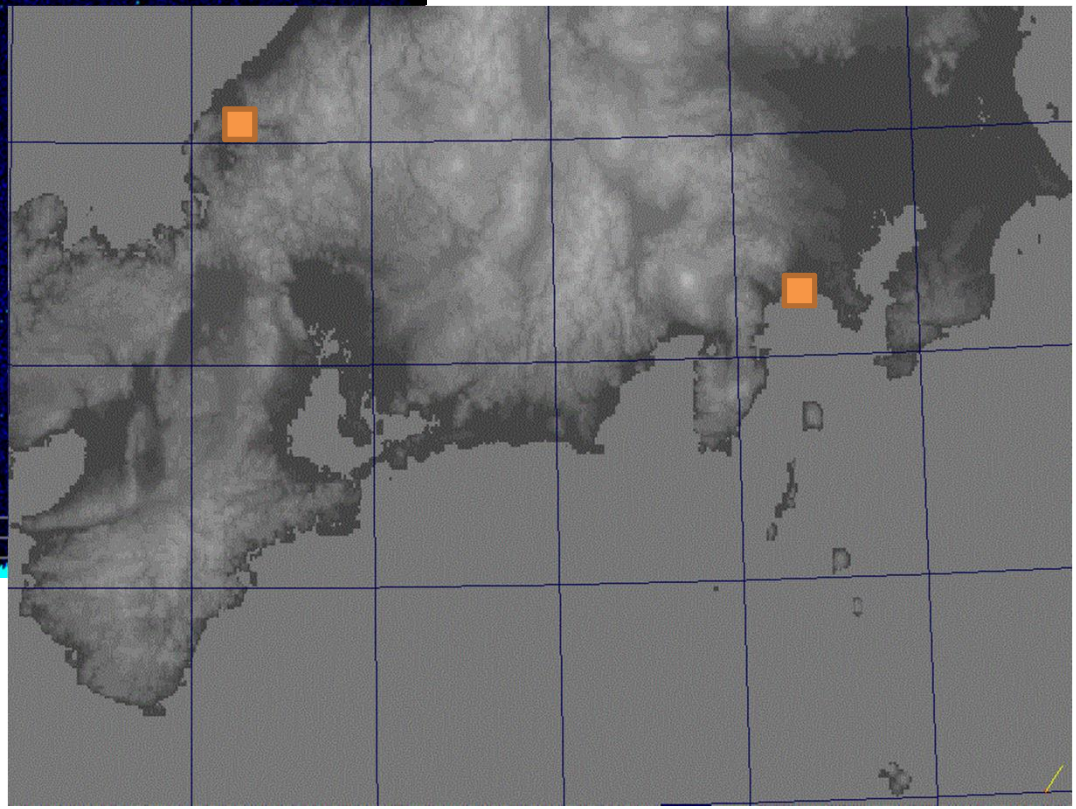


茅ヶ崎は波長が異なりノイズか？
東村山は検出出来ている

電波20200813_012254 光学20200813_012315

継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.330018	7	J5_Per	−1.47	58.8	同じ流星かも知れない、断続的なLONGエコー

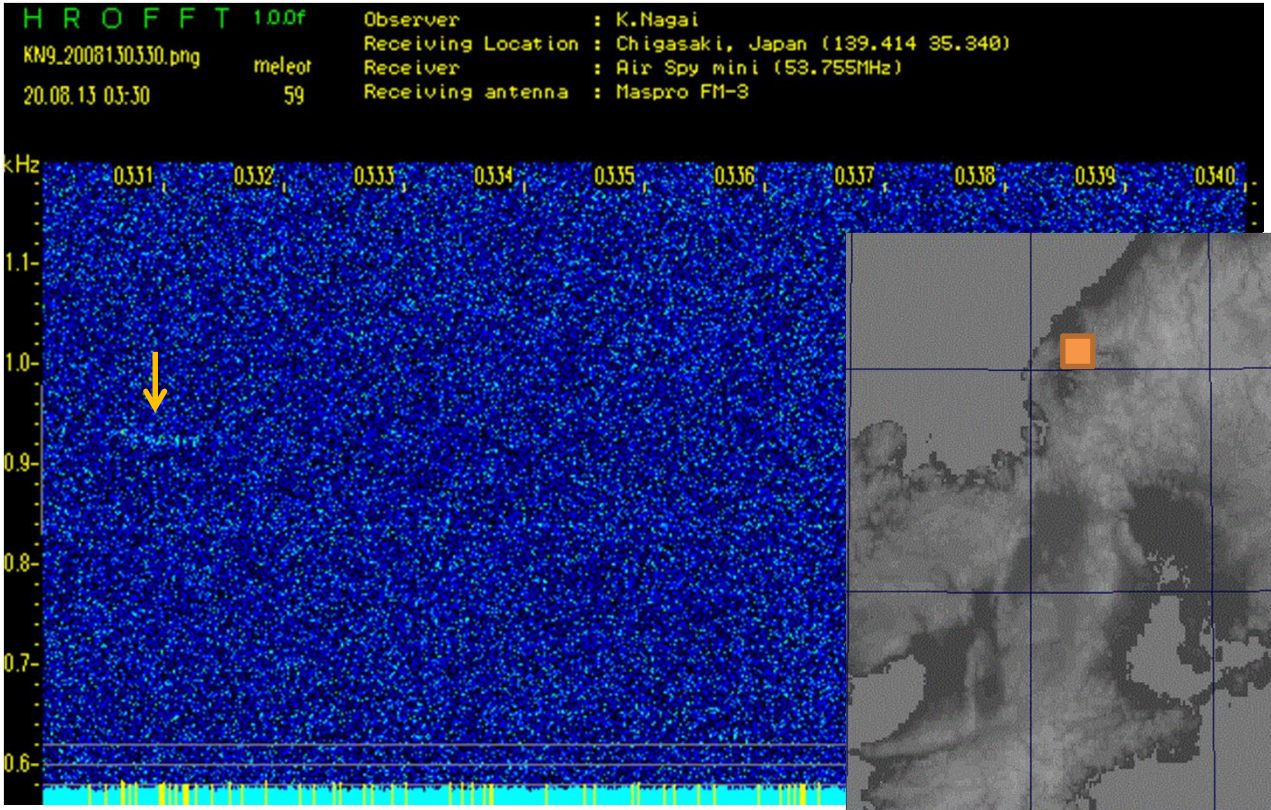


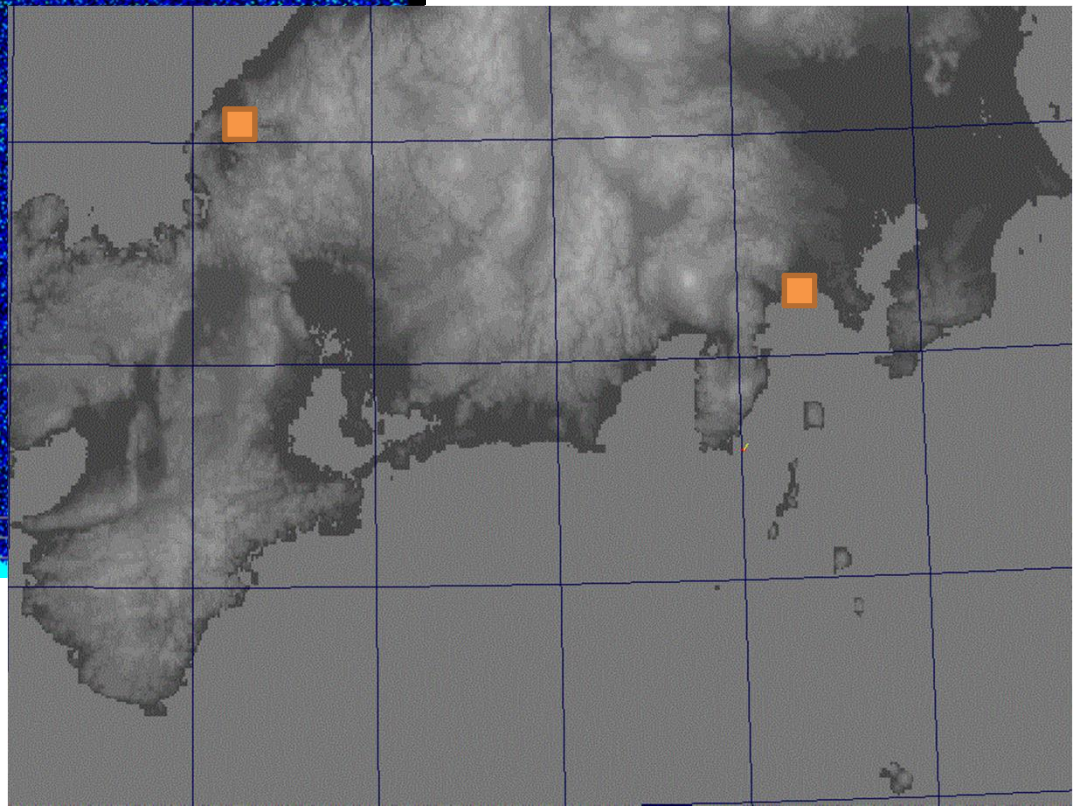


光学と電波で時間差があるが
東村山は光学と一致する

電波20200813_033042 光学20200813_033022

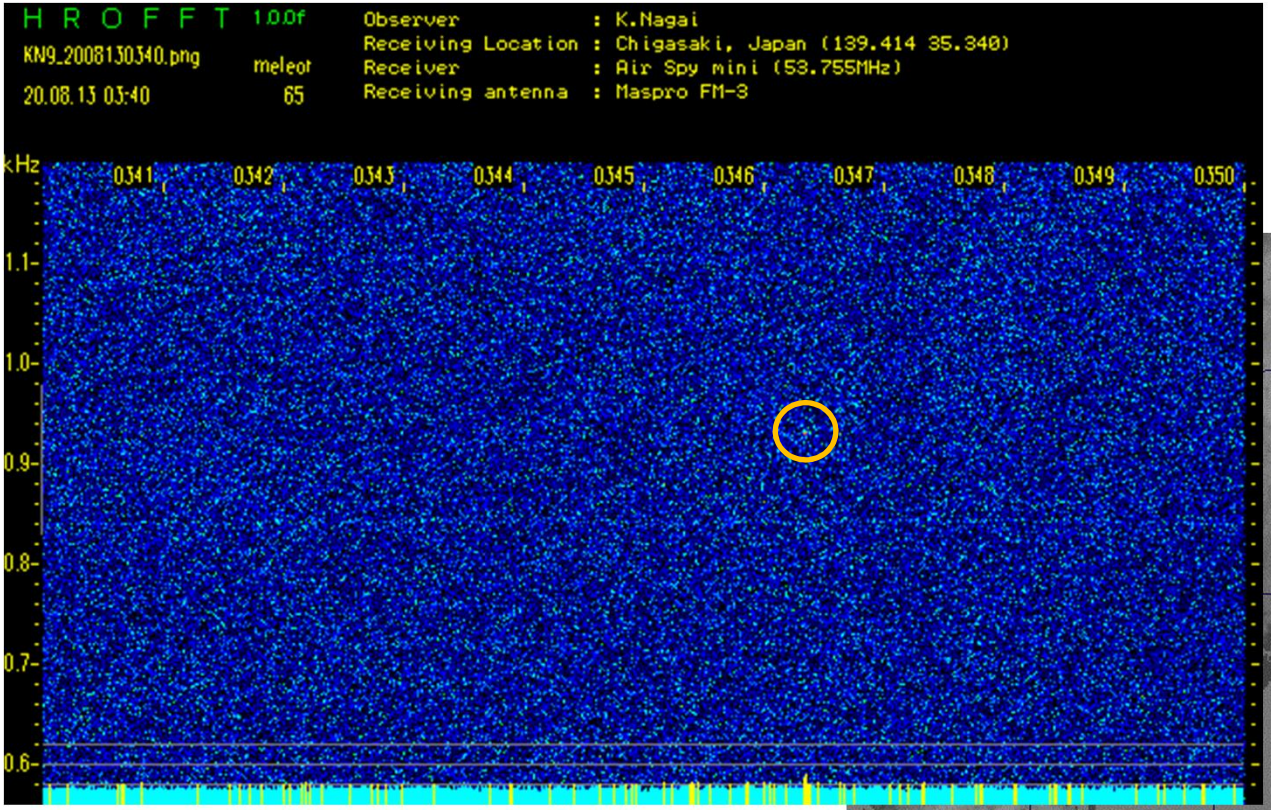
継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.1	39	J5_Per	-2.61	51.1	LONGエコー、分光あり

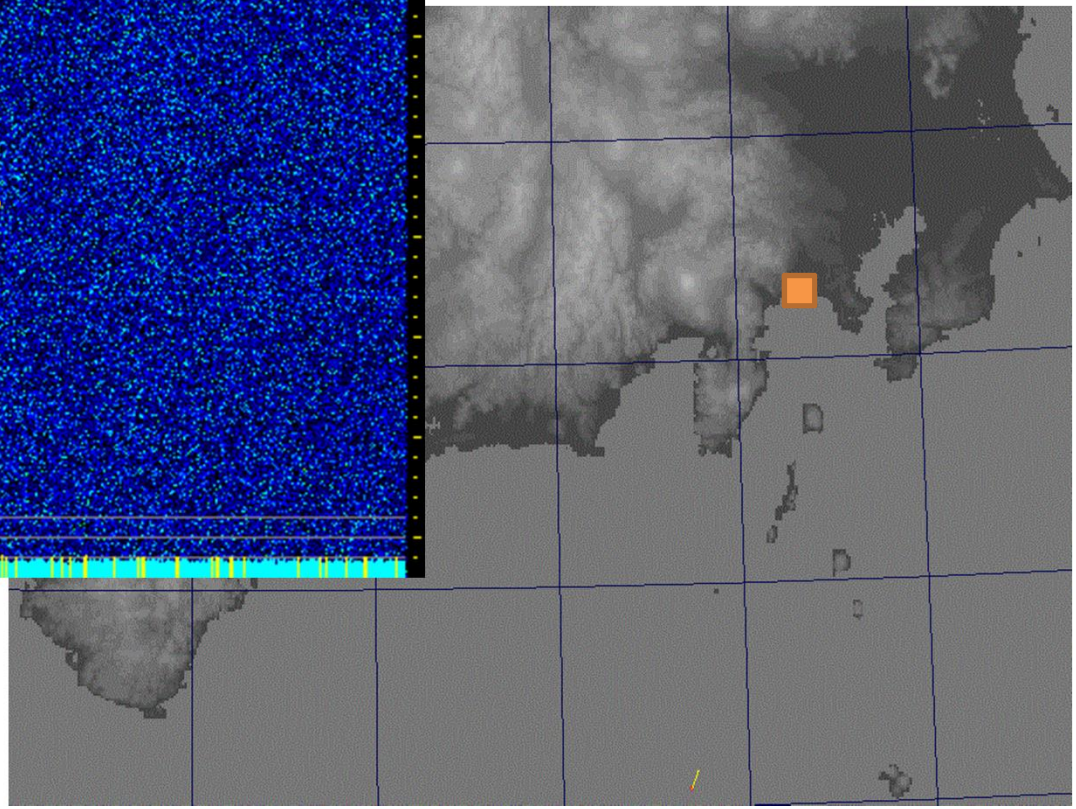




電波20200813_034623 光学20200813_034627

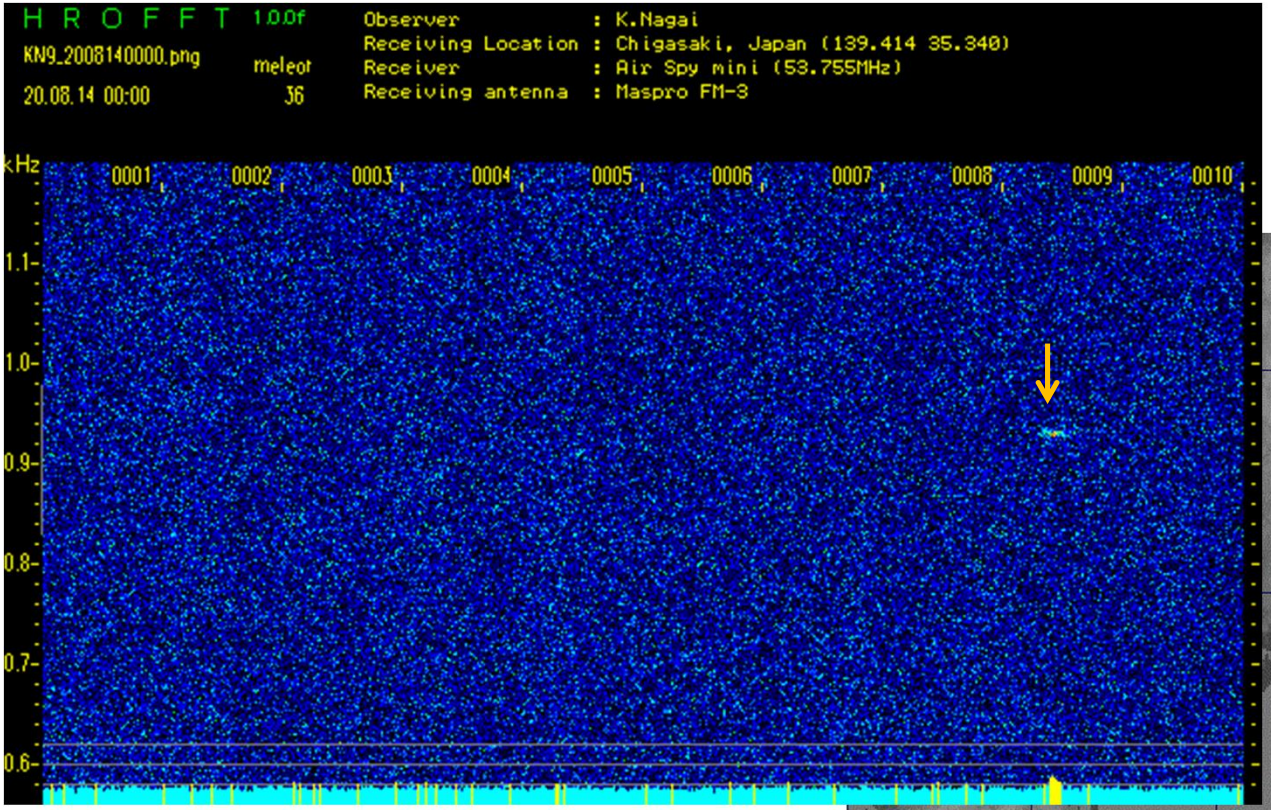
継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.2	1	spo	−0.35	63.5	

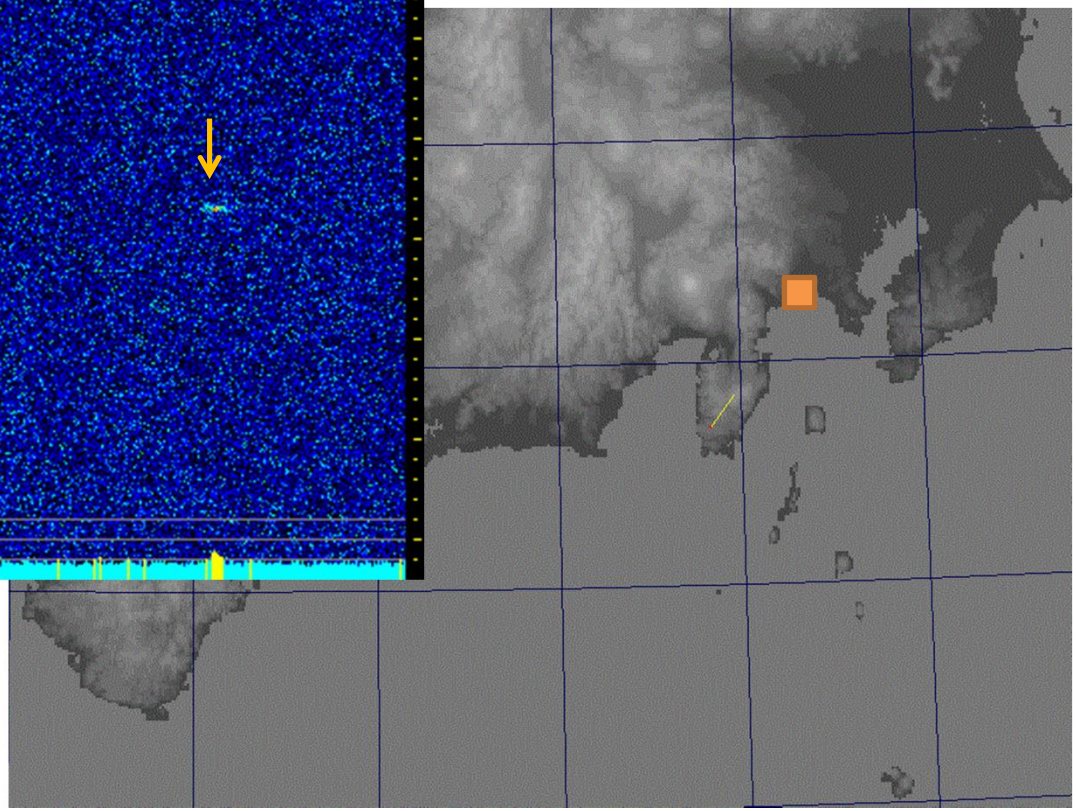




電波20200814_000819 光学20200814_000815

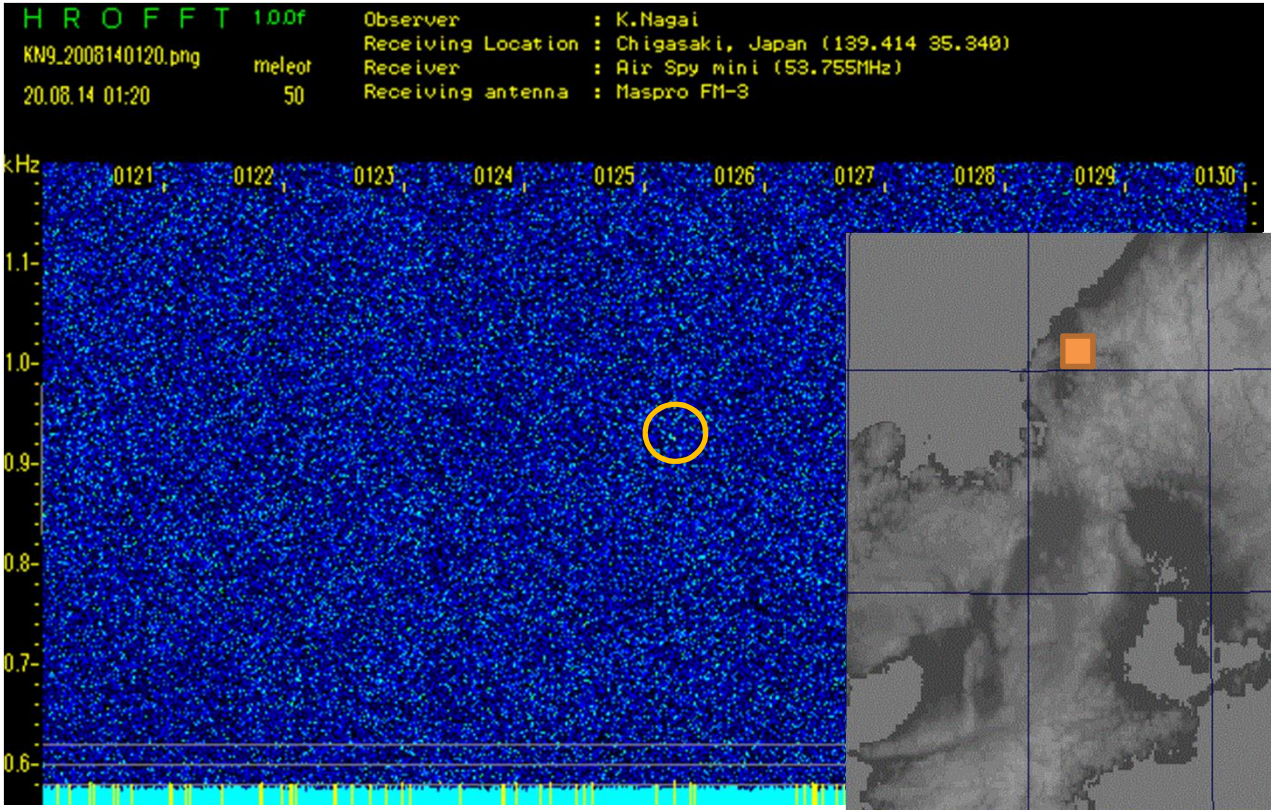
継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.4	16	J5_Per	−0.82	53.8	LONGエコー

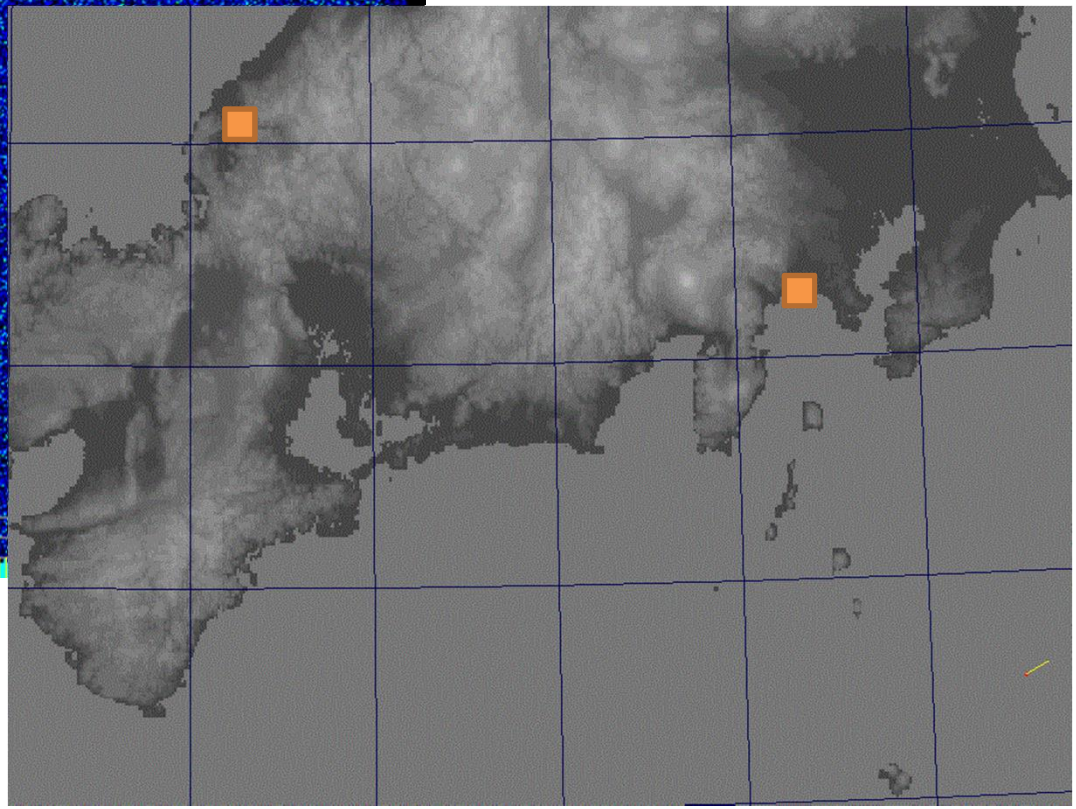




電波20200814_012517 光学20200814_012509

継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.359706	10	spo	−1.50	63.7	たぶん、同じ流星

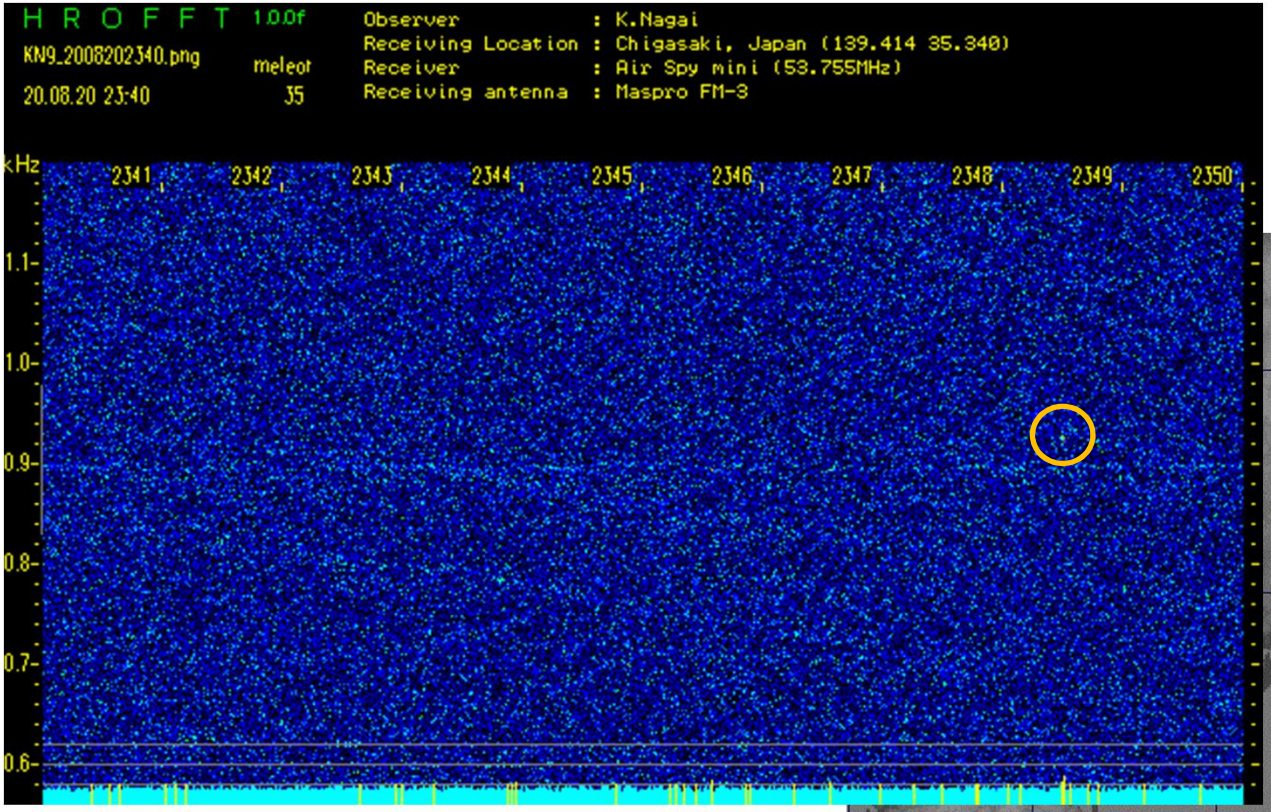


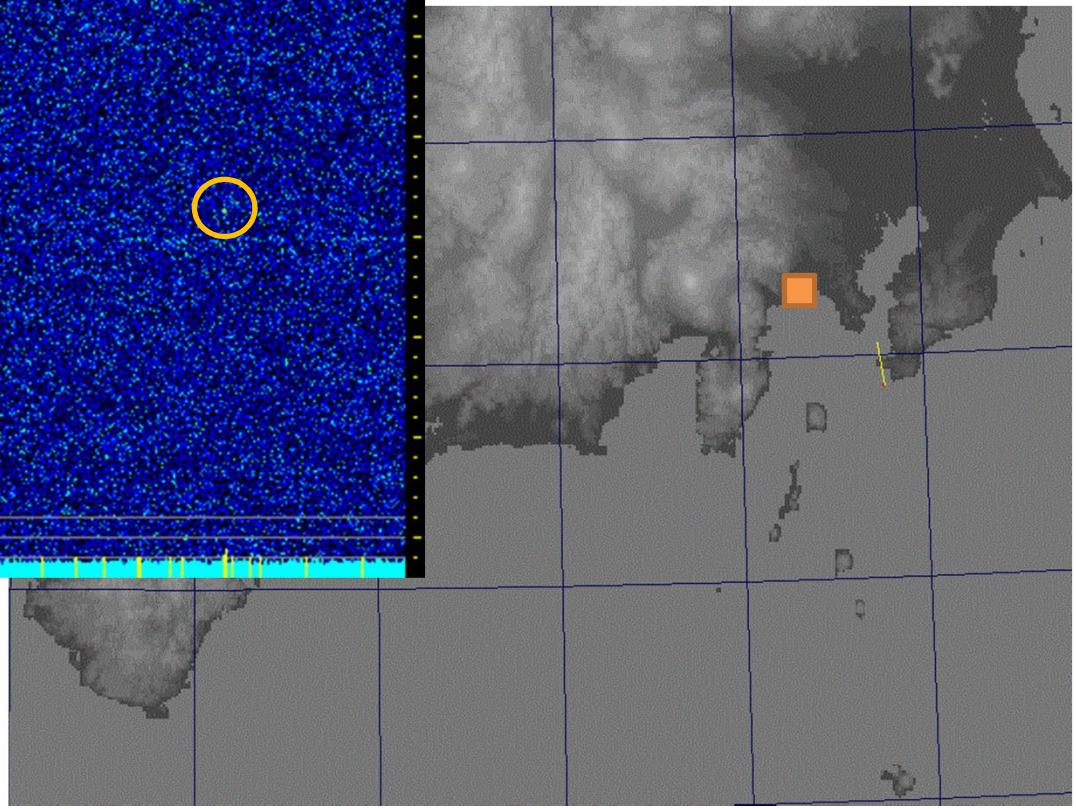


東村山も確認したかったが、確認が遅れて電波エコーライブには無かった

電波20200820_234831 光学20200820_234828

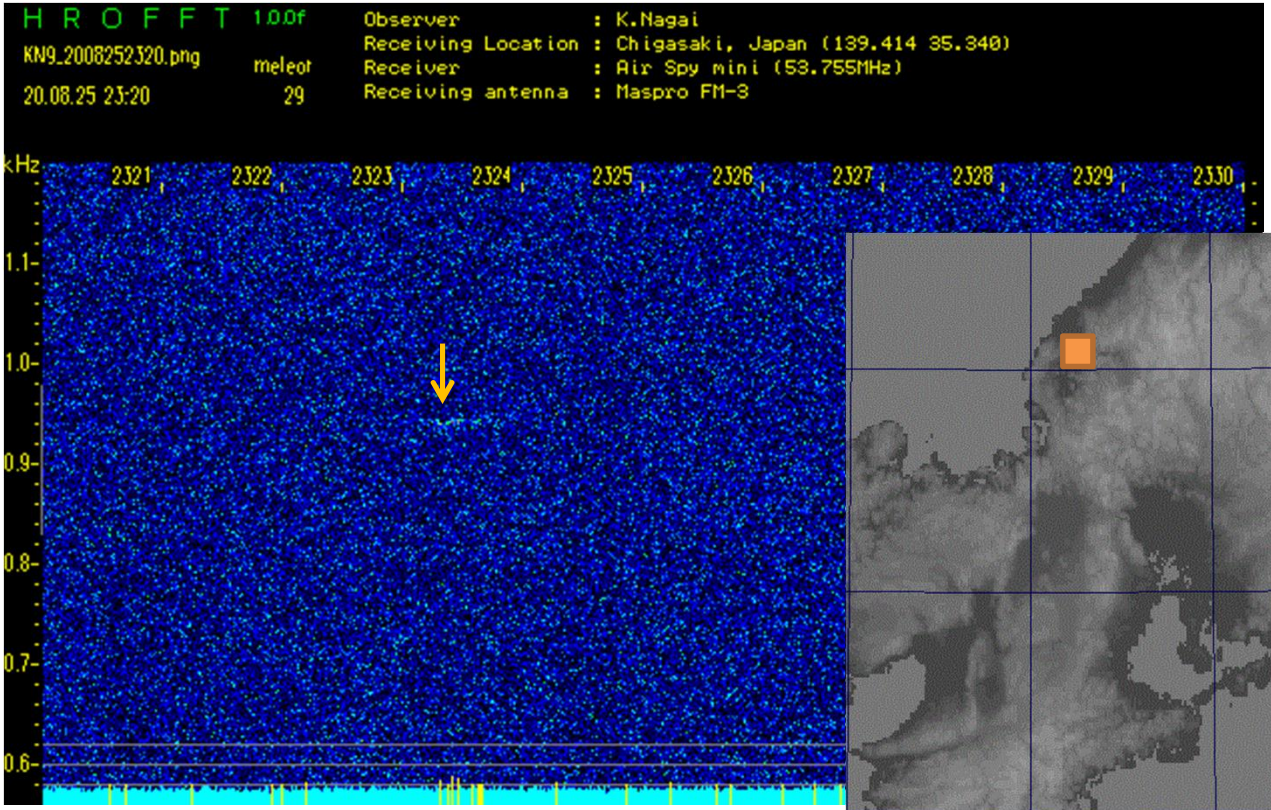
継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.734	1	spo	0.00	35.5	

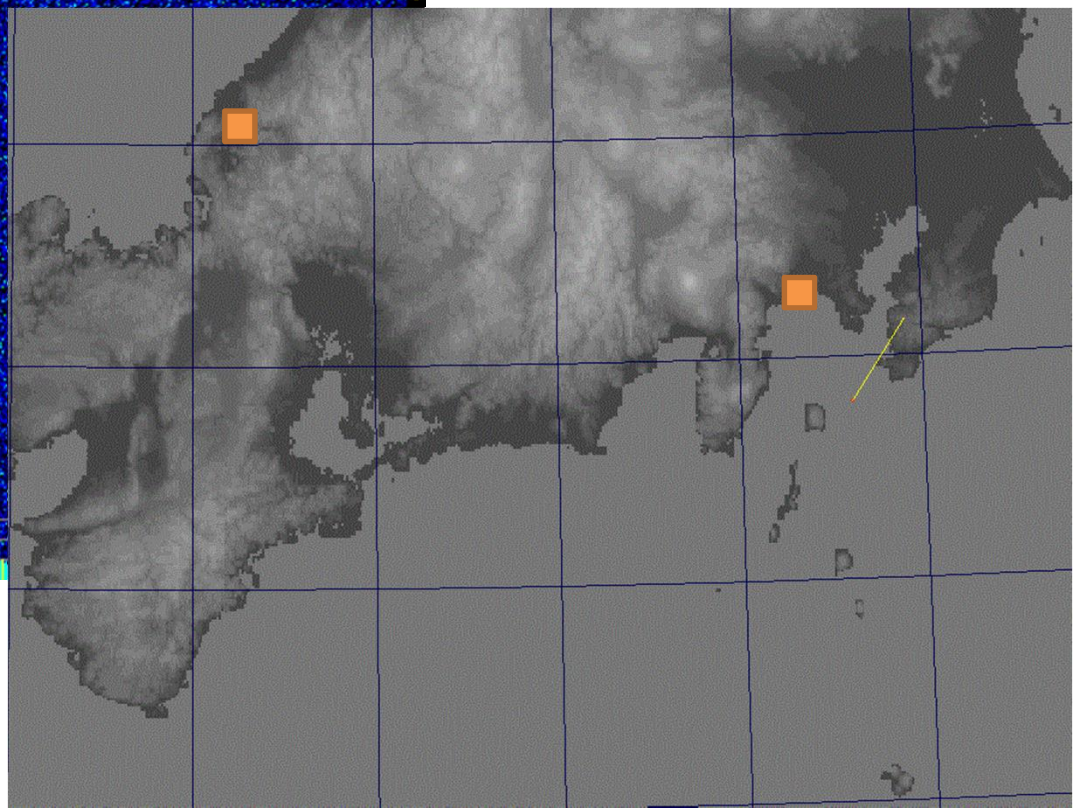




電波20200825_232310 光学20200825_232301

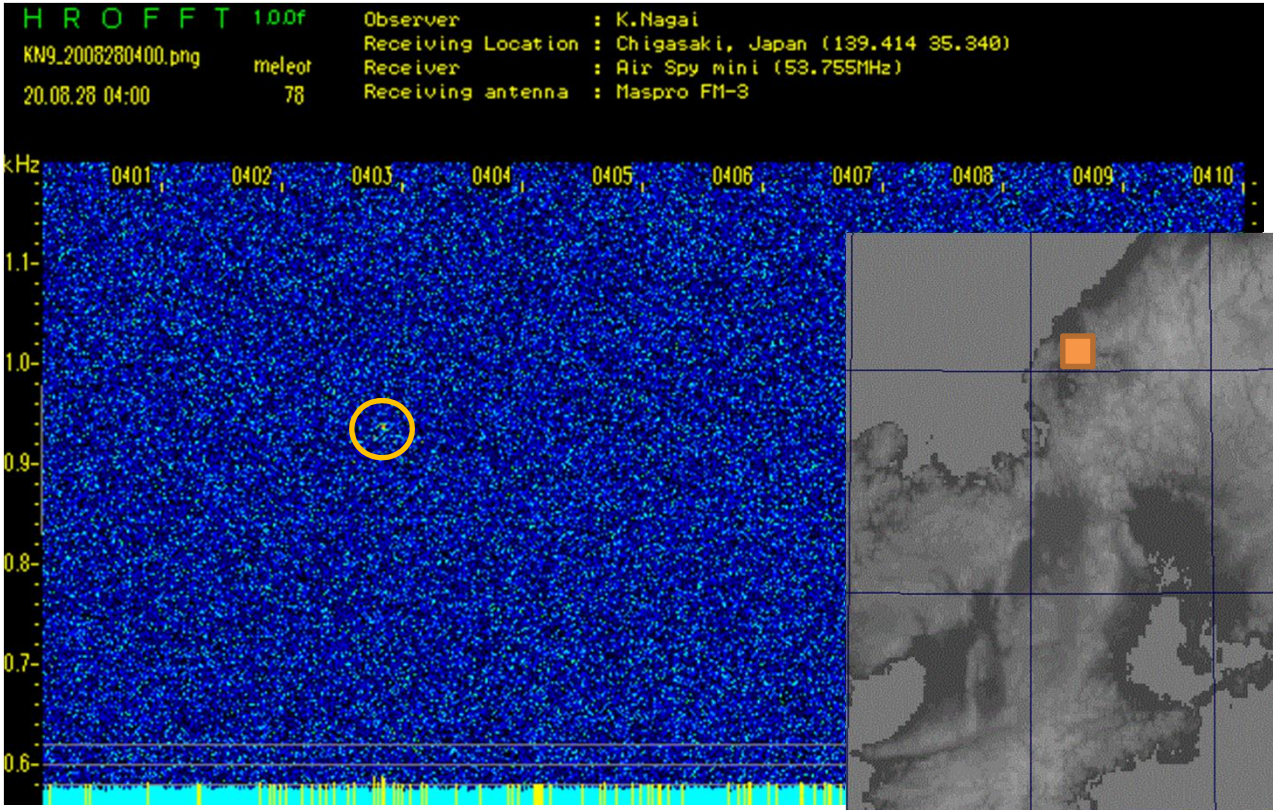
継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.834	41	spo	−2.51	57.3	LONGエコー

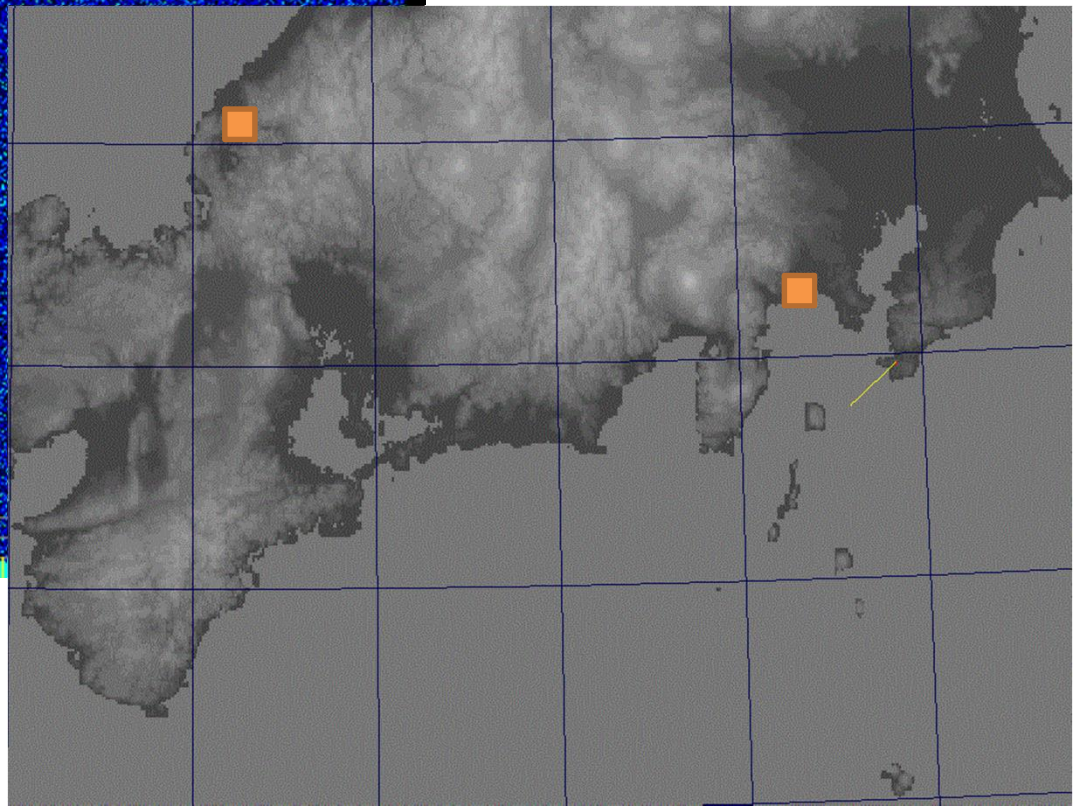




電波20200828_040247 光学20200828_040243

継続時間	エコー時間	stream	Amag	Vg	remarks
0.968	7	spo	−0.15	37.8	





全国の電波と光学の観測

- 広域観測でも同じ結果になるか？

- 全国の電波観測を集計
  - 7月8月の電波エコーを調査したかったが
  - webのlive画像は数日分しかなく
  - この解析を開始した9月上旬の電波エコーを調べた。
  - 期間は 9/4 18:40- 9/5 04:40 のエコーを抽出
- 全国の光学観測を集計
  - SonotaCo netよりダウンロード
  - 期間は 9/4 18:40- 9/5 04:40の観測を解析する

SonotaCo net TV観測者

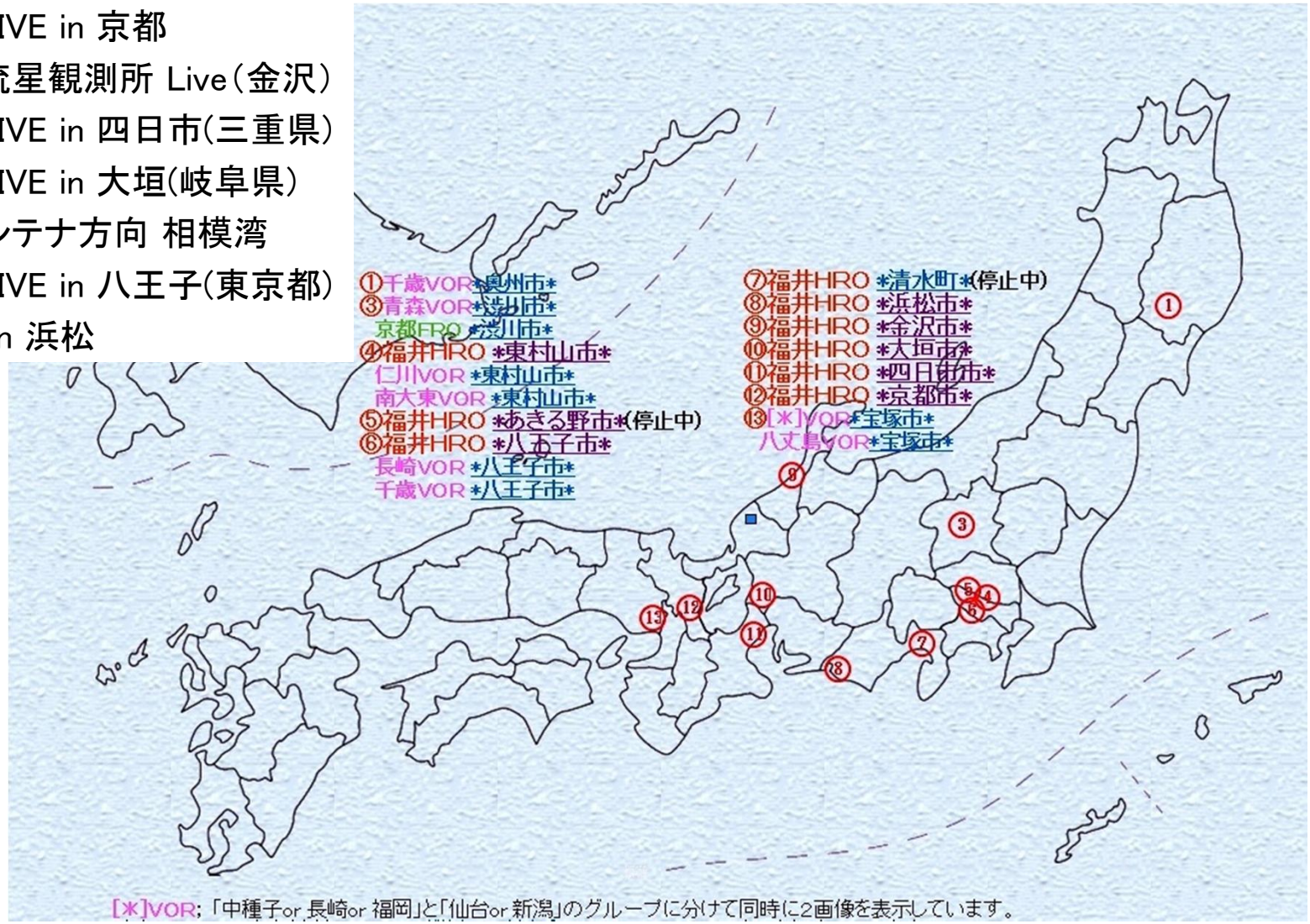
ak2_T1
ak3_T3
Hyogo3_1
IS1_
IS2_N
IS2_S
IS2_SE
IS2_W
IS5_E
IS5_N
IS5_S
IS5_SW
IS5_W
kagawa1_N
kagawa1_NE
MG2_T1
MZ1_E5
MZ1_HH
MZ1_HZ
NARA03_85
Nara03_Gi
NARA03_W6
Niigata2_2
Niigata2_e_6
Niigata2_n_1
Niigata2_s_4
Niigata2_s_HD
Niigata2_w_5
Niigata2_z_3
NN4_FE
NN4_s0
NN4_w0
NN5_T1
Okayama1_
Okayama4_
osaka01_01
osaka01_02
Osaka03_06
Osaka03_12
Osaka03_4w
Osaka03_6S
Osaka04_24
Osaka04_50
Osaka04_6N
Osaka04_85
Osaka04_DM
Osaka04_NE
Osaka04_W6
Saitama1_a3
Saitama1_a7
Saitama1_E6
Saitama1_N6
Saitama1_S1
Saitama1_SL
Saitama1_SP
Saitama1_w6
Saitama1_wa
Saitama1_Z6
TK8_G5
TK8_G8
TK8_P6
TK8_PZ
TK8_S4
TK8_S5
TK8_S6
TK8_S9
TK8_U1
TK8_U7
TK8_u9
TKB_1
TKB_2

HRO電波観測者

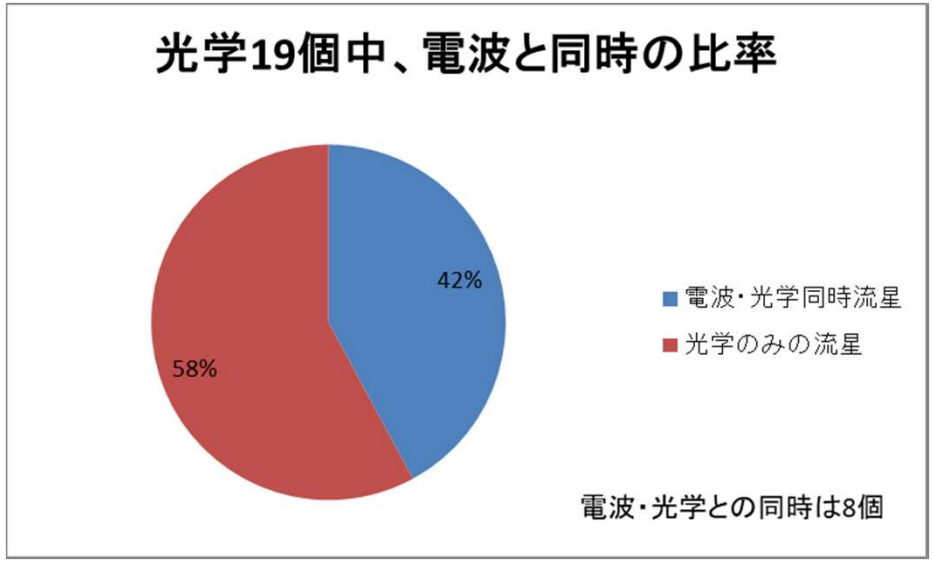
※集計の都合で2文字の観測地コードを付けました

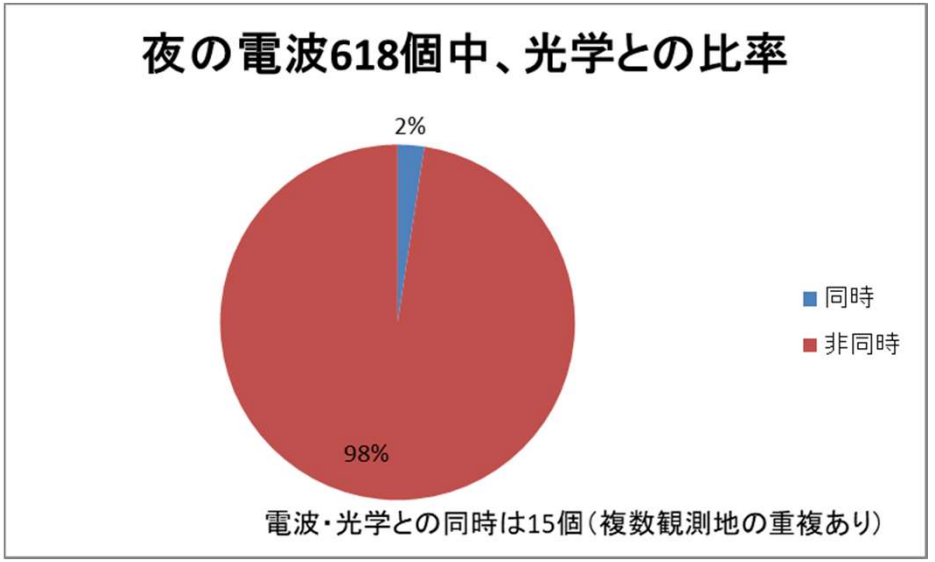
KT ， 福井HRO LIVE in 京都
XX ， Lacofilms 流星観測所 Live（金沢）
YO ， 福井HRO LIVE in 四日市(三重県)
OG ， 福井HRO LIVE in 大垣(岐阜県)
IZ ， 東村山, アンテナ方向 相模湾
HC ， 福井HRO LIVE in 八王子(東京都)
HM ， HRO LIVE in 浜松

７拠点



検出数



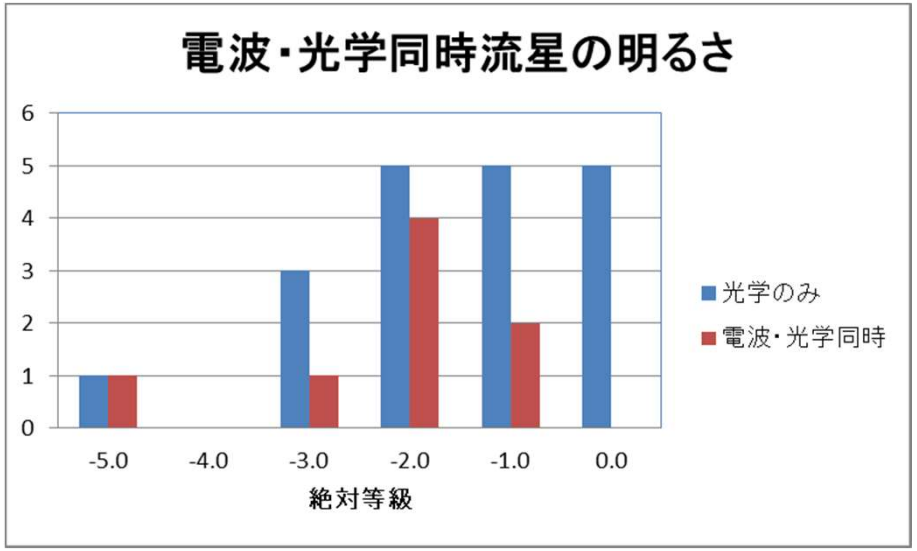


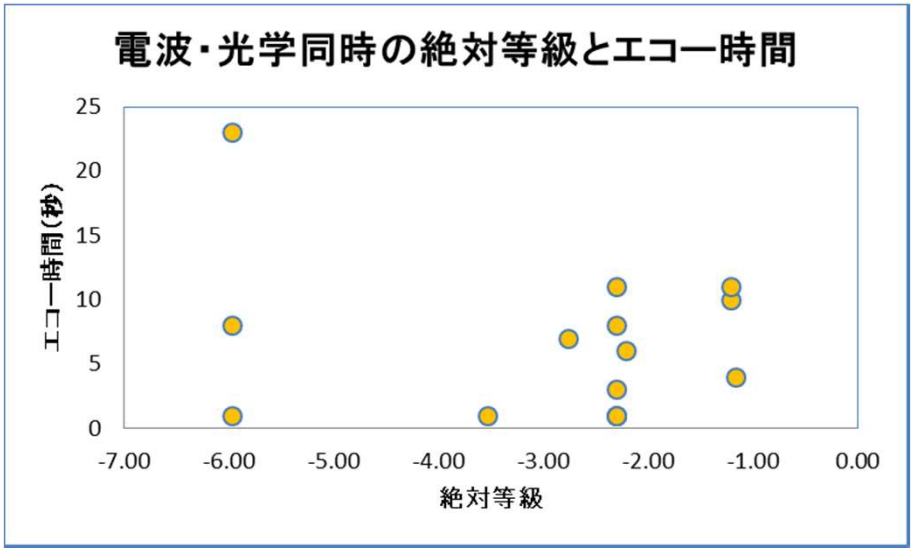
- 光学観測で軌道が求まった流星は19個（71台のカメラ）（UFO Orbit V2, Q0品質で解析）
- 天候の影響だったようです
- 夜間の電波エコーを618個検出（7か所の観測）
- 電波と同時は8個
- 電波と光学の同時流星は少なかった　先行研究と同じ結果
- 平博の2か月間の観測が15個、これに対して一晩で8個は多いと言える

9/4の電波と光学の同時流星

No	光学/電波	観測地	localtime	Amag	vg	stream	dur	H1	H2	エコー時間	remarks
1	光学		20200904_230419	-2.30	75.2	J5_sPe	0.28	106.5	93.3		
	電波	YO2009042300	20200904_230420							3	Long
		OG2009042300	20200904_230421							8	Long
		IZ2009042300	20200904_230422							11	Long
		HC2009042300	20200904_230425							1	淡い、時間の遅れは電波強度の高い部分だけを検出しているようだ
2	光学		20200905_013813	-5.97	62.2	spo	1.62	110.4	77.3		
	電波	IZ2009050130	20200905_013816							23	Long
		HC2009050130	20200905_013823							8	Long
		KT2009050130	20200905_013836							1	淡いが他の観測地のLongの後ろの方を検出している
3	光学		20200905_021553	-2.30	60.1	J5_sPe	0.17	103.5	94.0		
	電波	KT2009050210	20200905_021532							1	
		OG2009050210	20200905_021532							1	
4	光学		20200905_025207	-3.53	78.7	spo	0.54	106.9	76.0		
	電波	OG2009050250	20200905_025206							1	
5	光学		20200905_025924	-1.16	66.2	spo	0.16	103.5	93.9		
	電波	KT2009050250	20200905_025934							4	淡いLONG
6	光学		20200905_030340	-1.21	37.7	spo	0.36	101.5	91.9		
	電波	HM2009050300	20200905_030340							10	Long
		IZ2009050300	20200905_030346							11	淡いLONGで始まりの3分40秒の所は微か
7	光学		20200905_041426	-2.76	65.5	spo	0.30	103.9	87.7		
	電波	IZ2009050410	20200905_041432							7	Long、同じかな
8	光学		20200905_044142	-2.20	58.0	spo	0.10	93.5	88.8		
	電波	IZ2009050440	20200905_044145							6	Long

絶対等級の比較

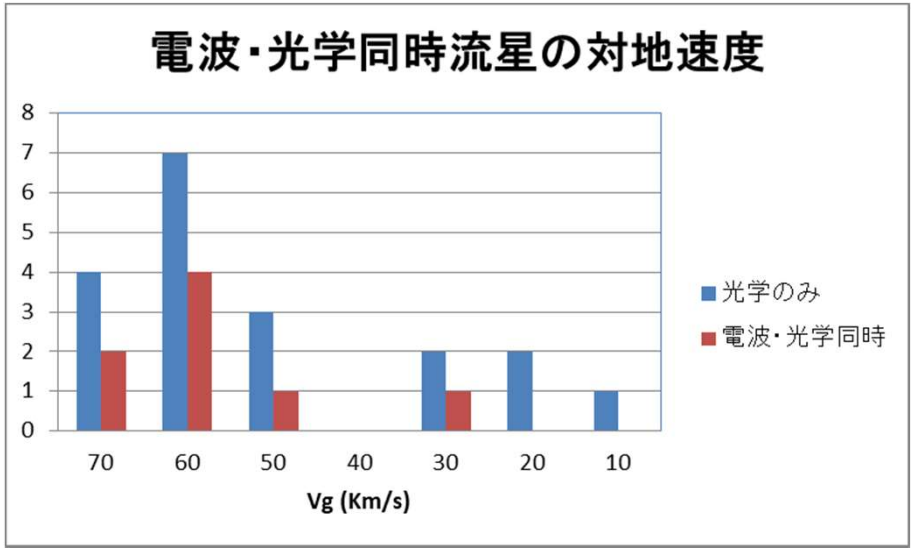


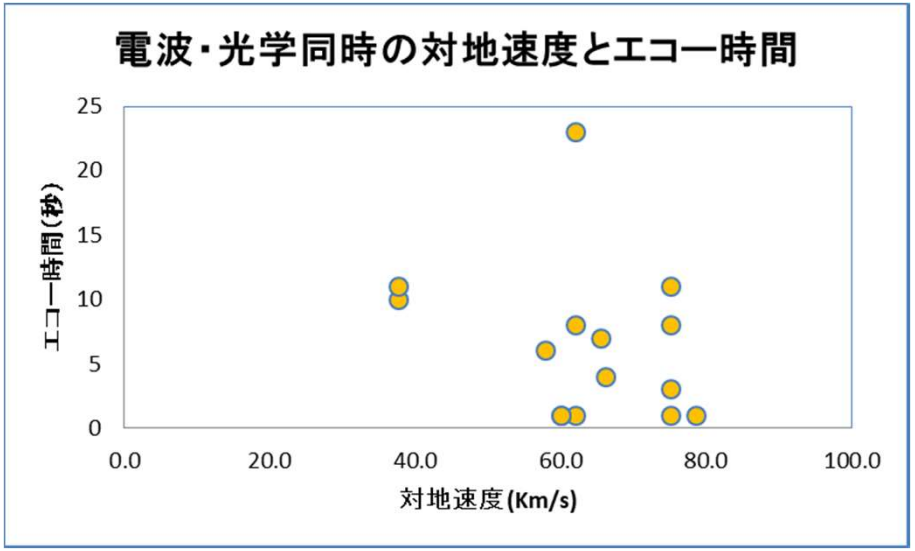


- 多数の電波観測所のデータを用いていますので明るい流星のエコーは、おおむね半数は受信出来ています
  - それでも、明るい流星が必ずしも電波で検出されるわけではなさそう
- 複数の観測地のデータを混ぜていますので同じ流星でもエコー時間が異なり相関は調べられなかった

先行研究では特定の高度範囲で明るくなると強いエコーとされています

対地速度の比較

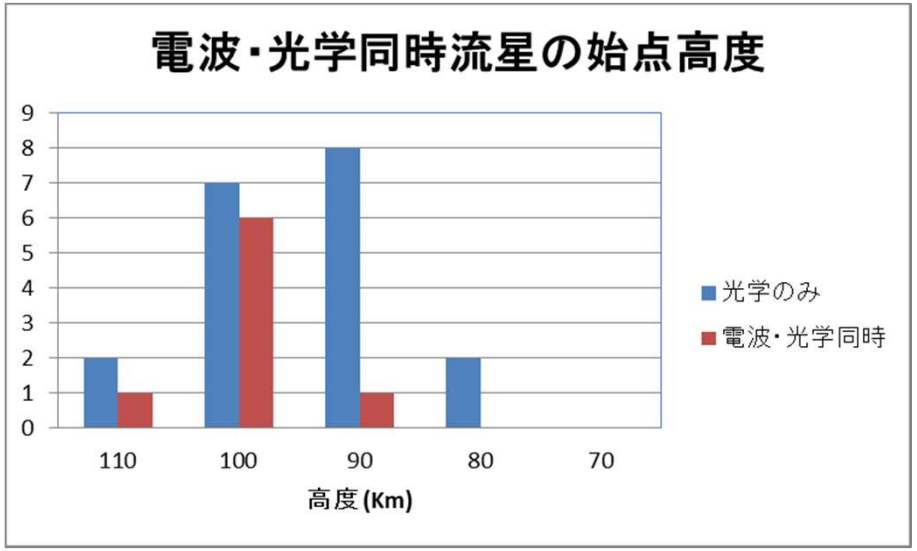


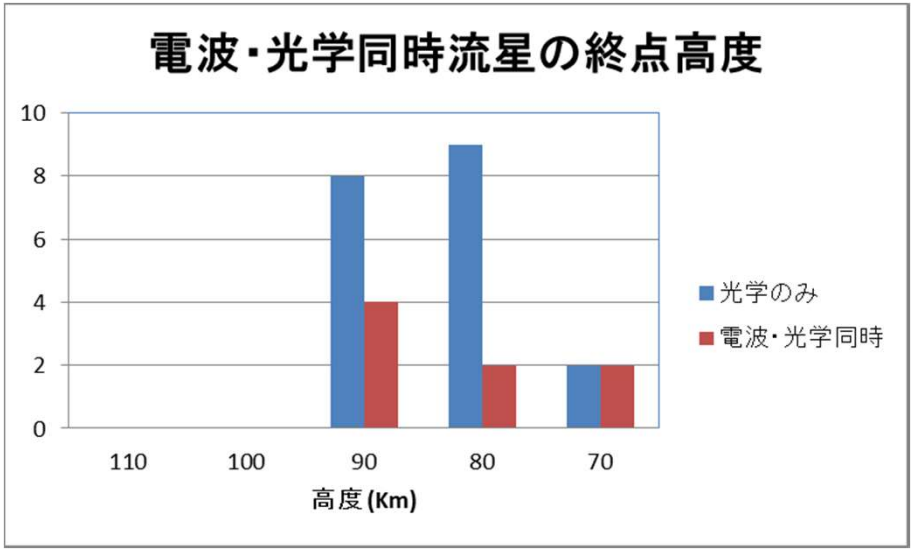


- 複数の観測地のデータを混ぜていますので同じ流星でもエコー時間が異なり相関は調べられませんが、
- 単一の観測地のグラフも相関はありませんでした

先行研究では速度が遅い方が電波光学同時流星が多いとされている

高度の比較



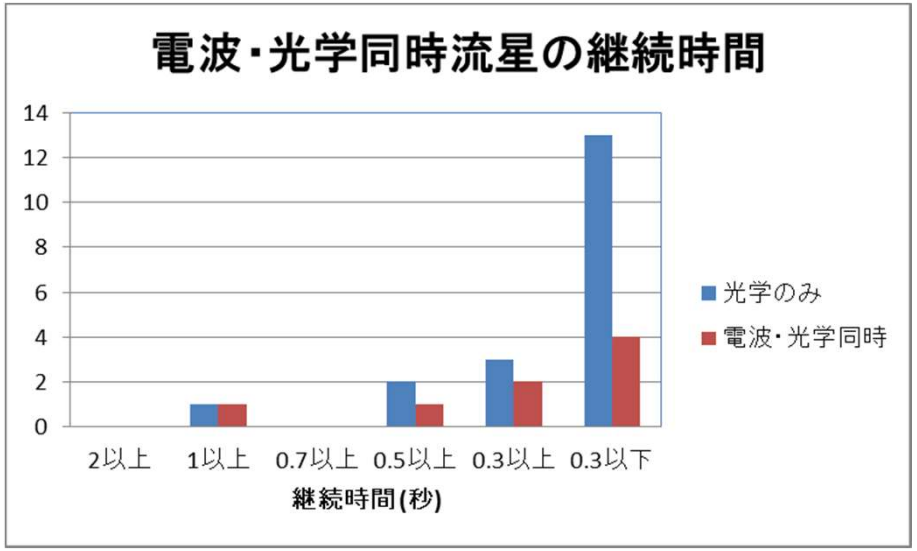


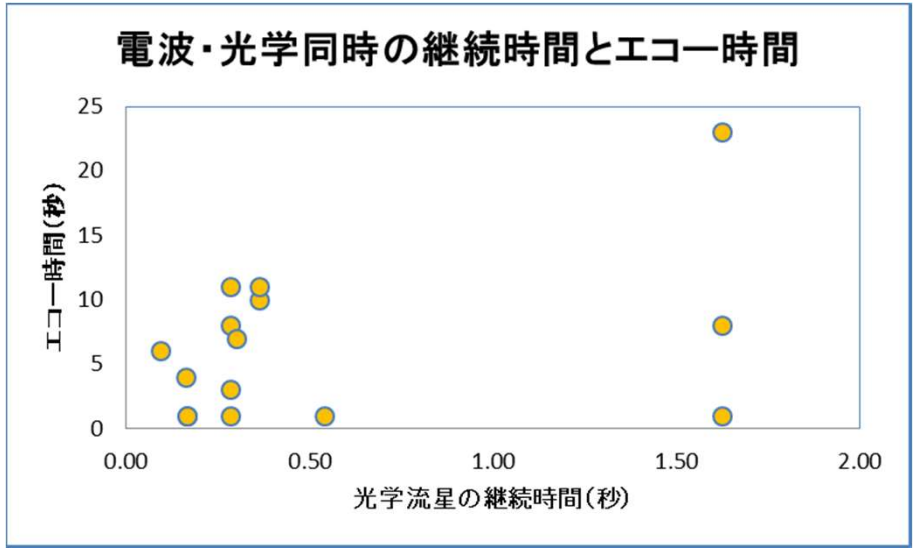
- ピークが一致している様なので始点高度と同時流星数には相関があるようにも見える

- 終点高度と同時流星数には相関があるのかも知れない
- 終点高度が低いものは明るい流星の場合が多い

先行研究では特定の高度範囲で明るくなると強いエコーとされています

発光継続時間の比較

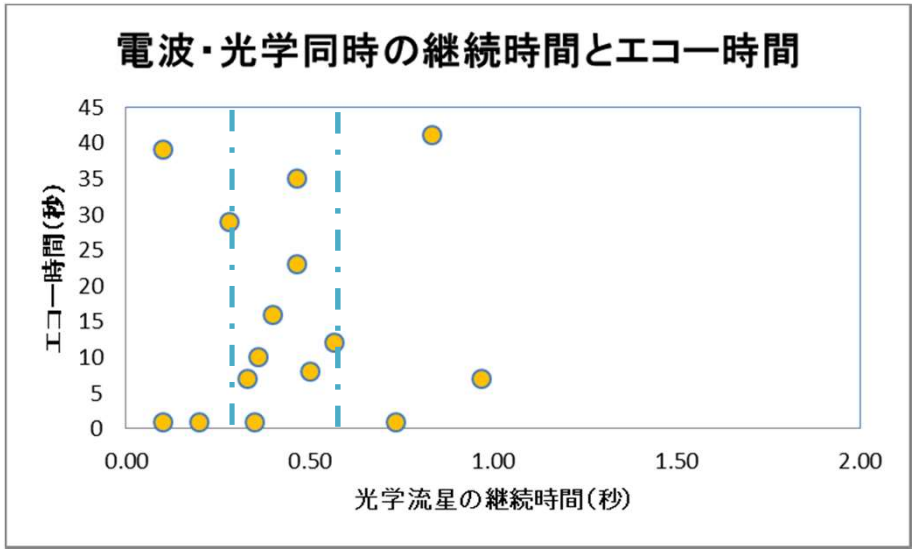




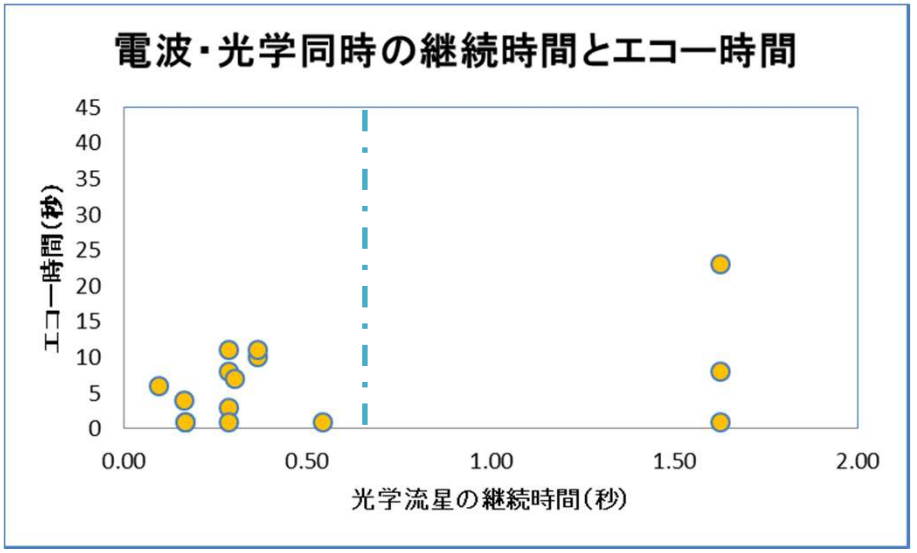
- 発光時間が少なすぎると電波エコーが減る
- また、長ければ同時流星が多いわけでもない
- 適度な範囲があるか？
- エコー時間と継続時間に相関は無い
  - 発光継続時間が短くてもロングエコーになる

同時流星の継続時間と各諸量の相関

平博の観測から

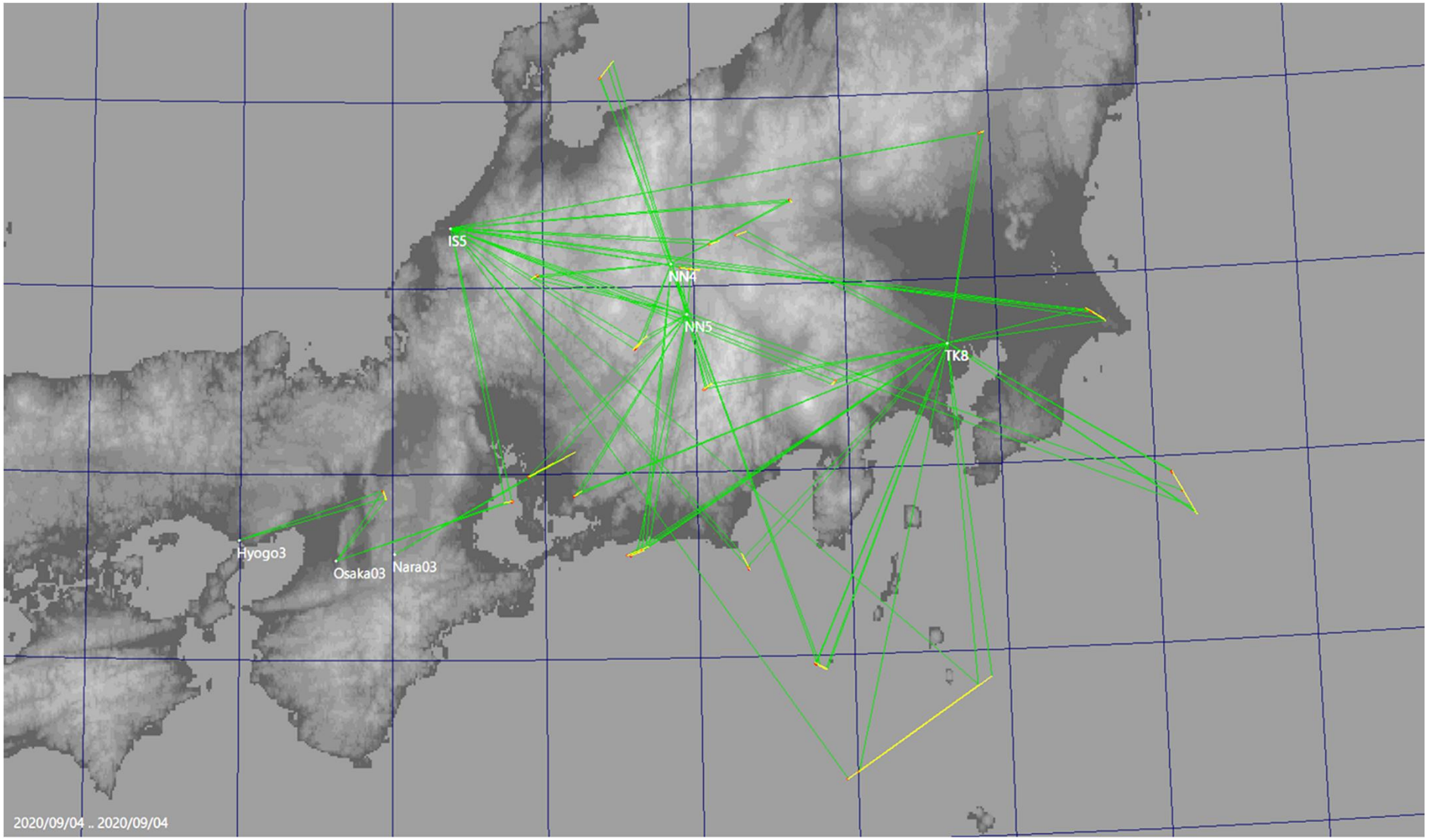


全国の観測から

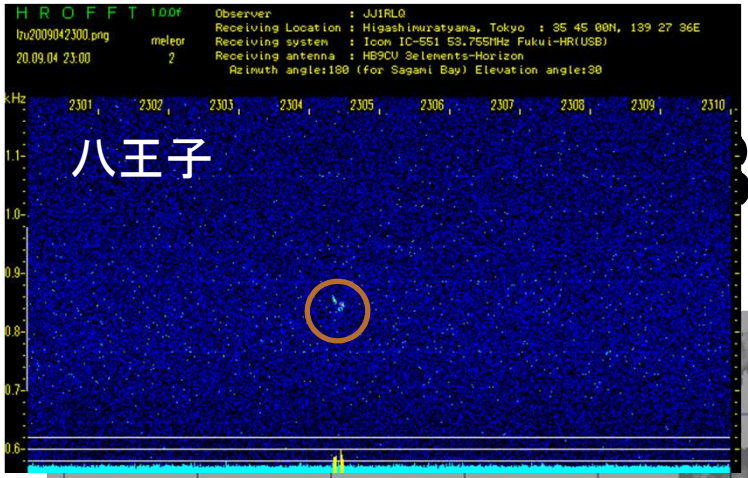


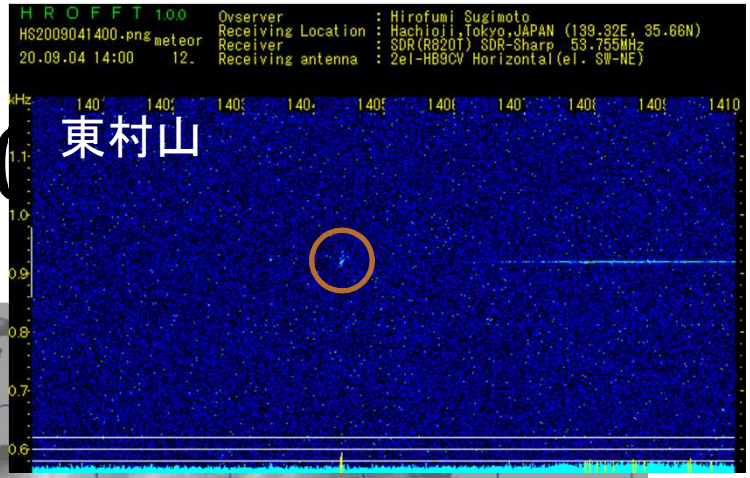
- 平博の観測では
  - 継続時間が0.3～0.6秒の流星が電波と同時流星になりやすいか
- 全国の観測では
  - 継続時間が0.6秒以下の流星が電波と同時になりやすいか
- 全般に継続時間が0.6秒以下の流星が電波と同時流星になりやすい

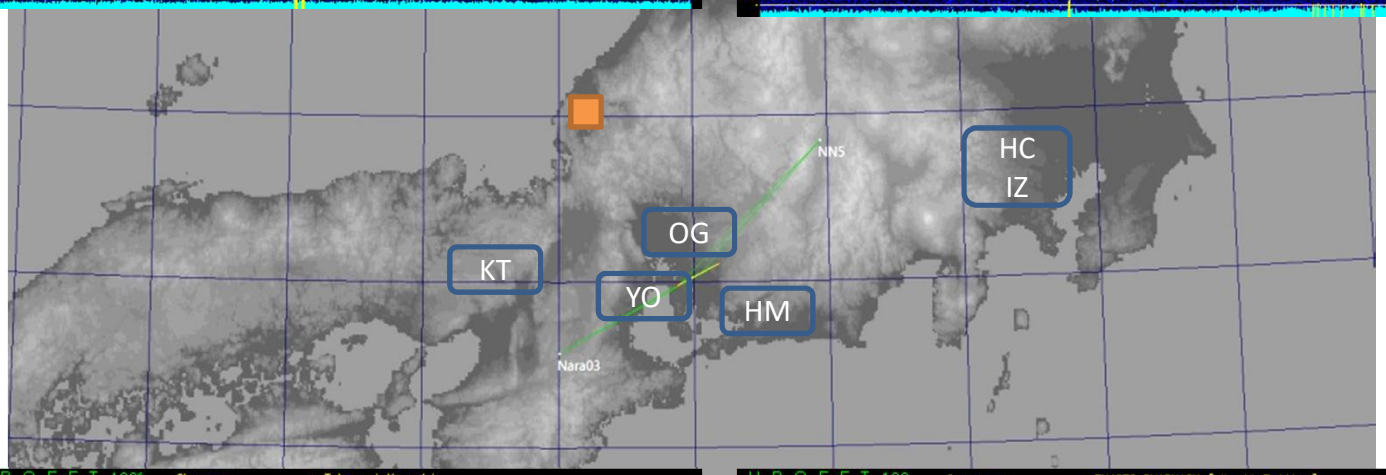
光学・電波同時流星のグランドマップ

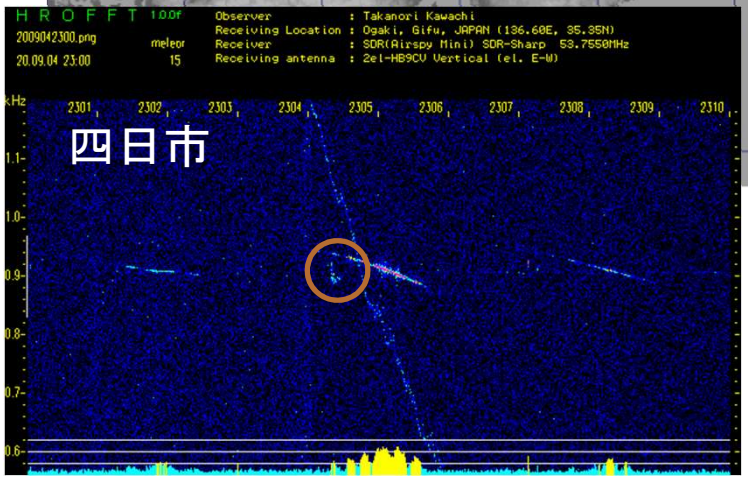


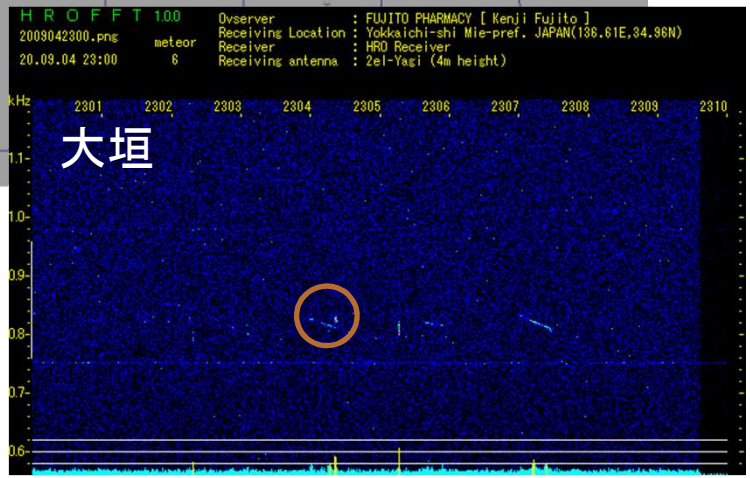
HC 八王子
HM 浜松
IZ 東村山
KT 京都
OG 大垣
YO 四日市





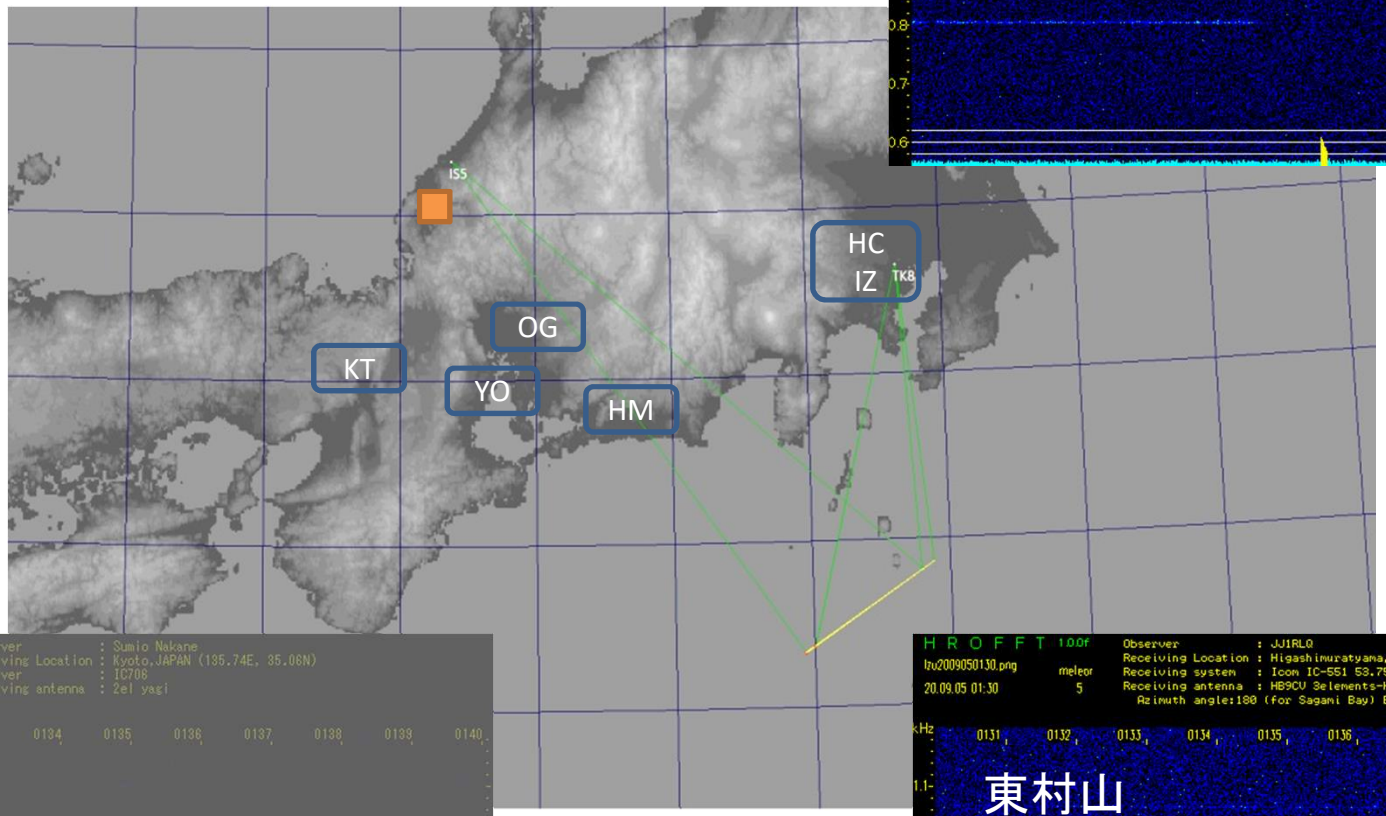


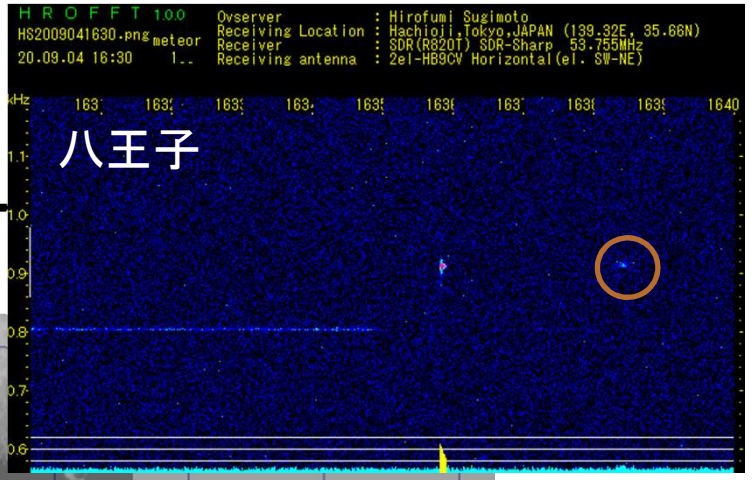


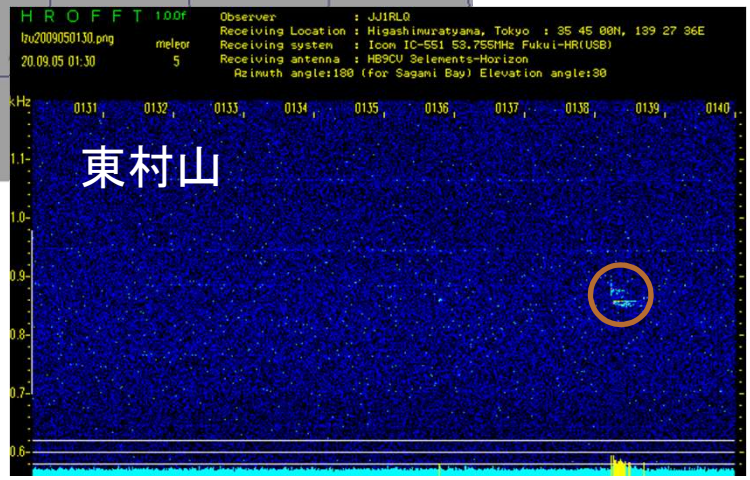


20200905_01381

HC 八王子
HM 浜松
IZ 東村山
KT 京都
OG 大垣
YO 四日市

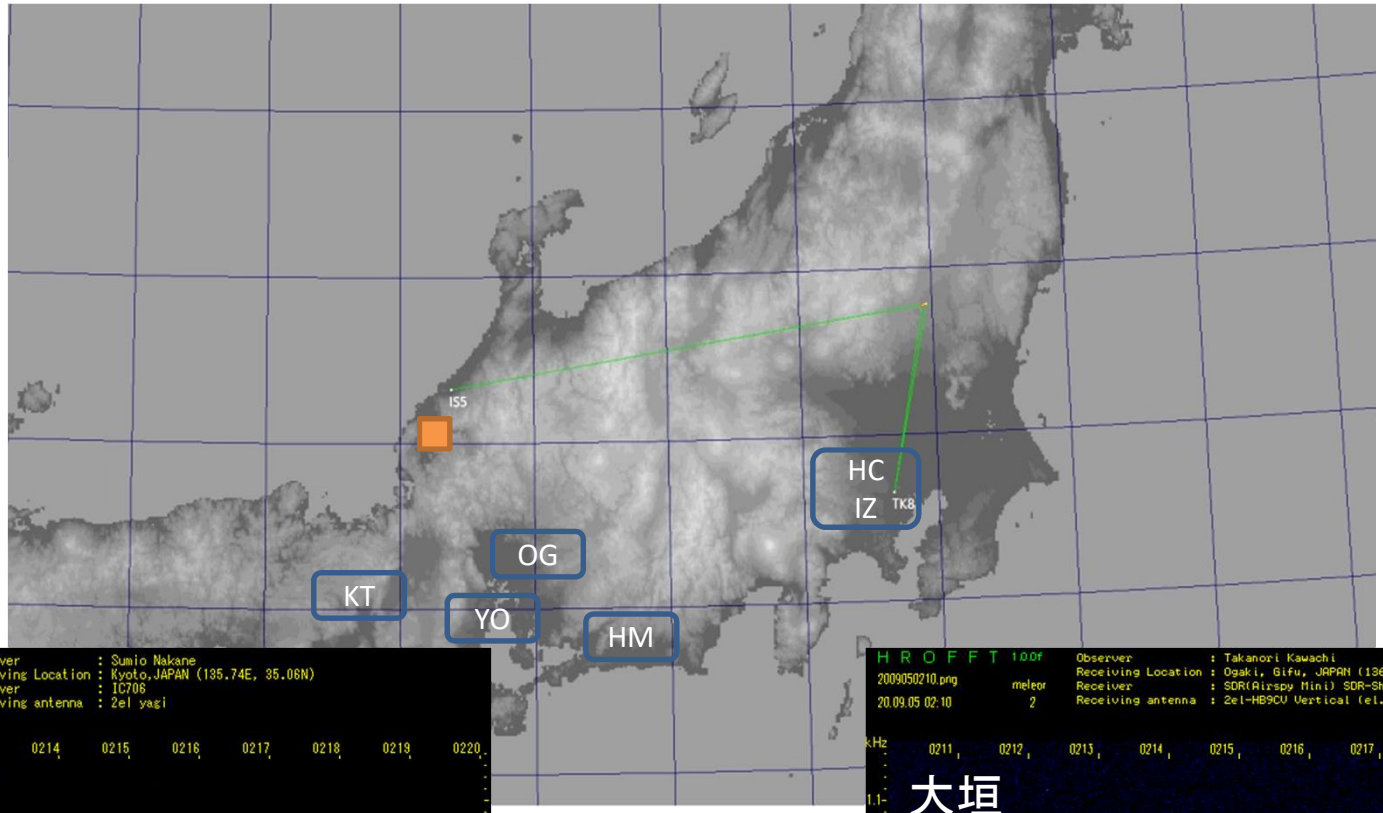


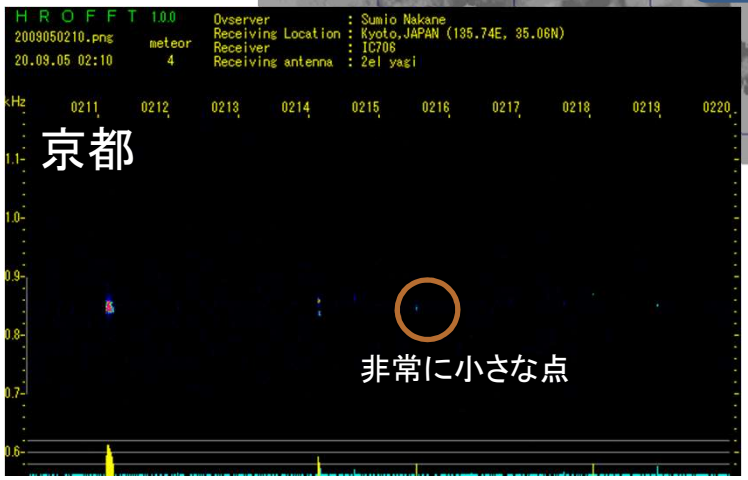


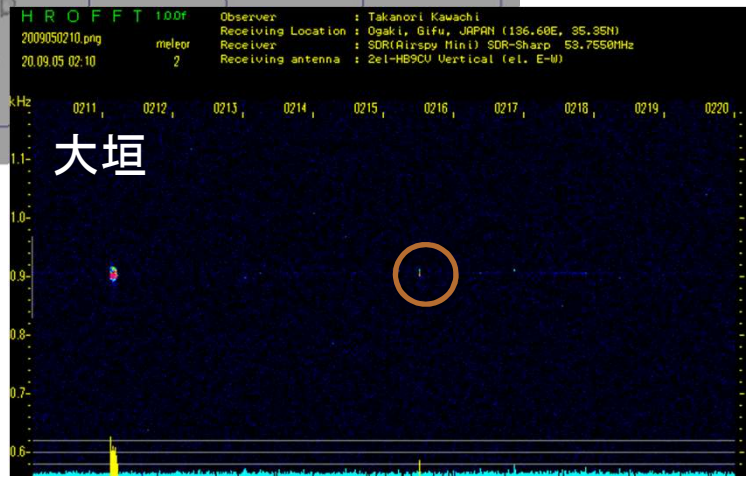


20200905_021553_GMAP

HC 八王子
HM 浜松
IZ 東村山
KT 京都
OG 大垣
YO 四日市

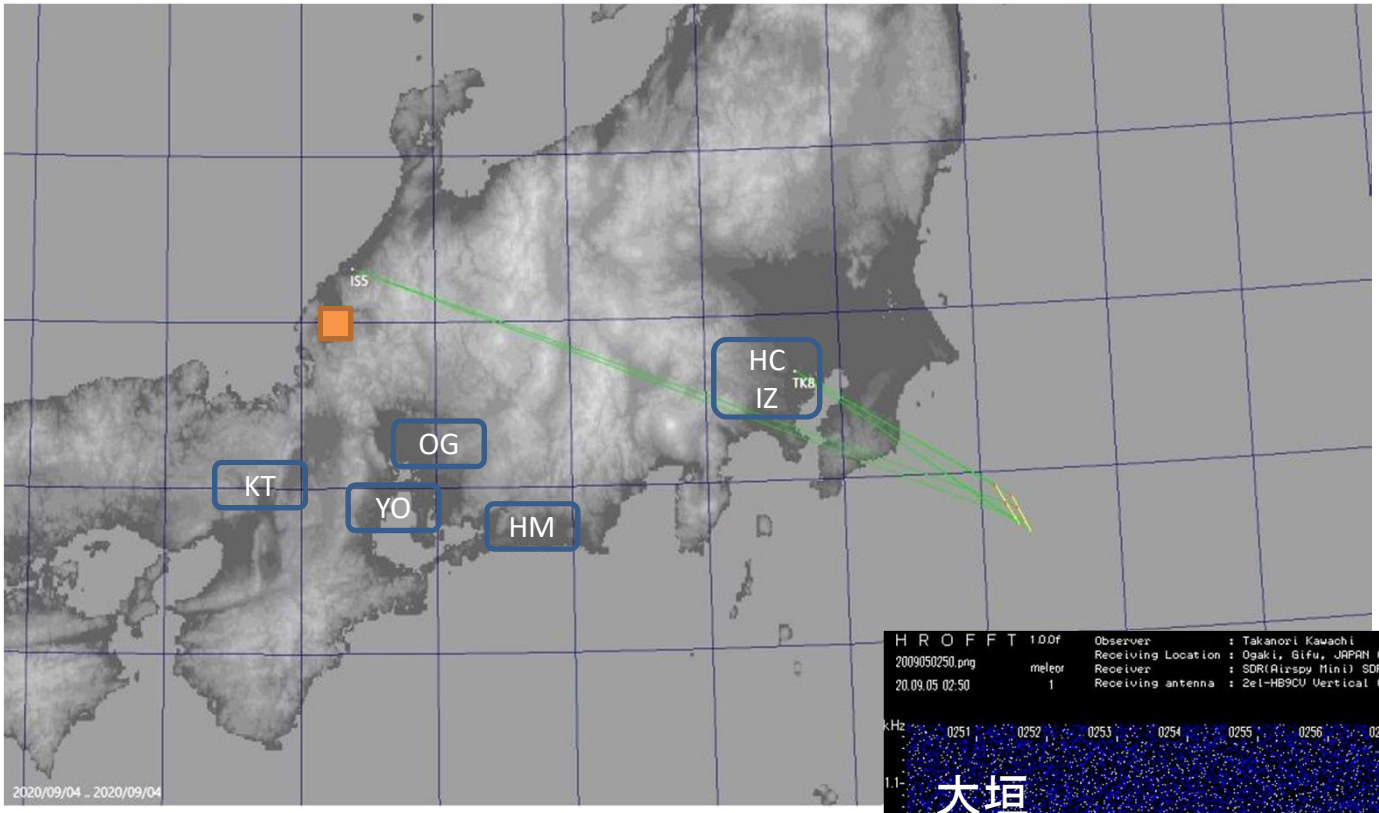


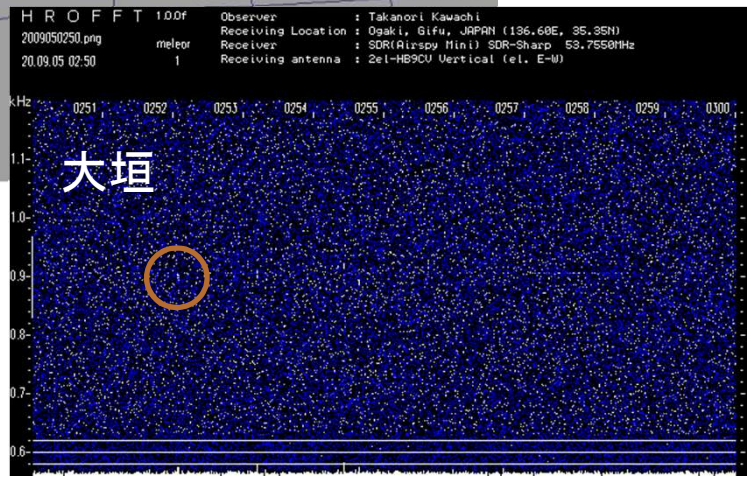




20200905_025207_GMAP

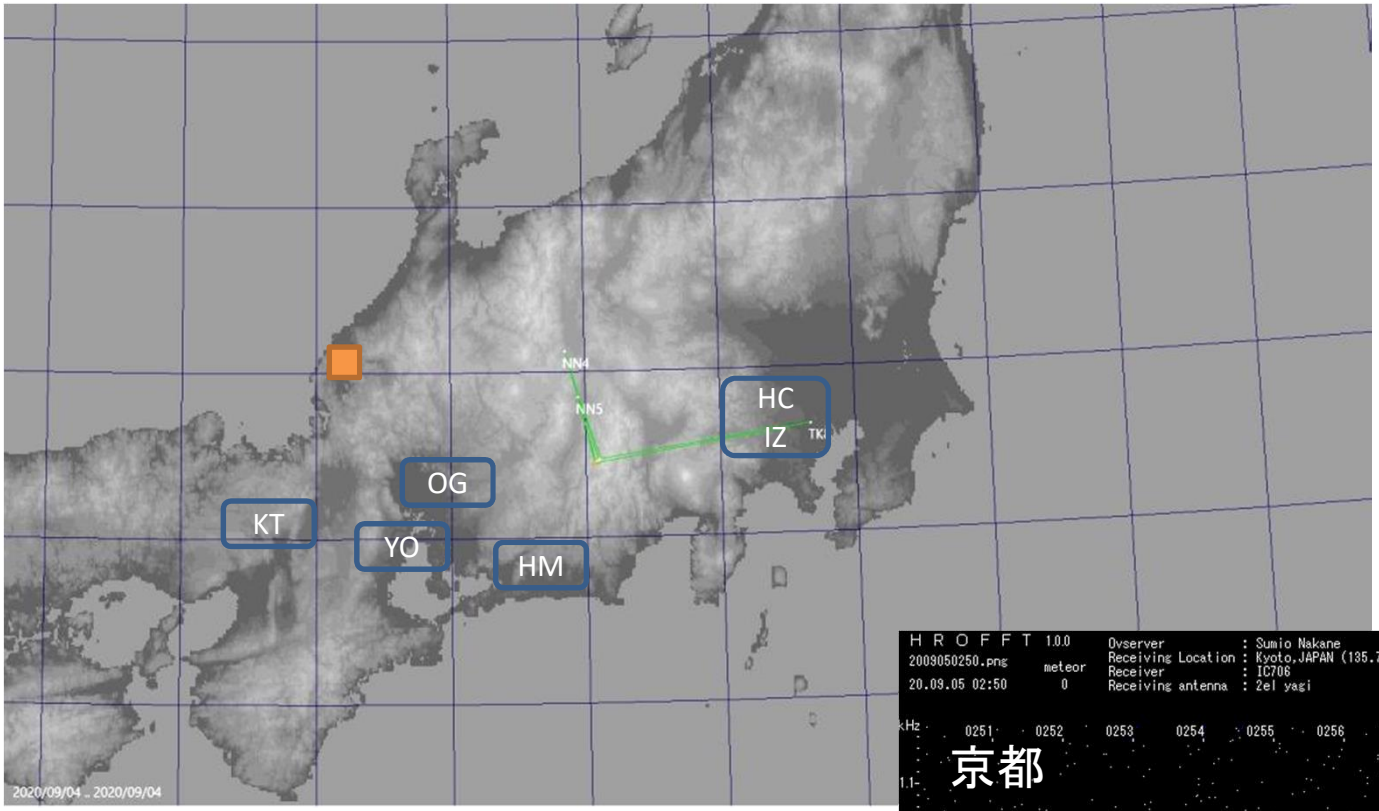
HC 八王子
HM 浜松
IZ 東村山
KT 京都
OG 大垣
YO 四日市





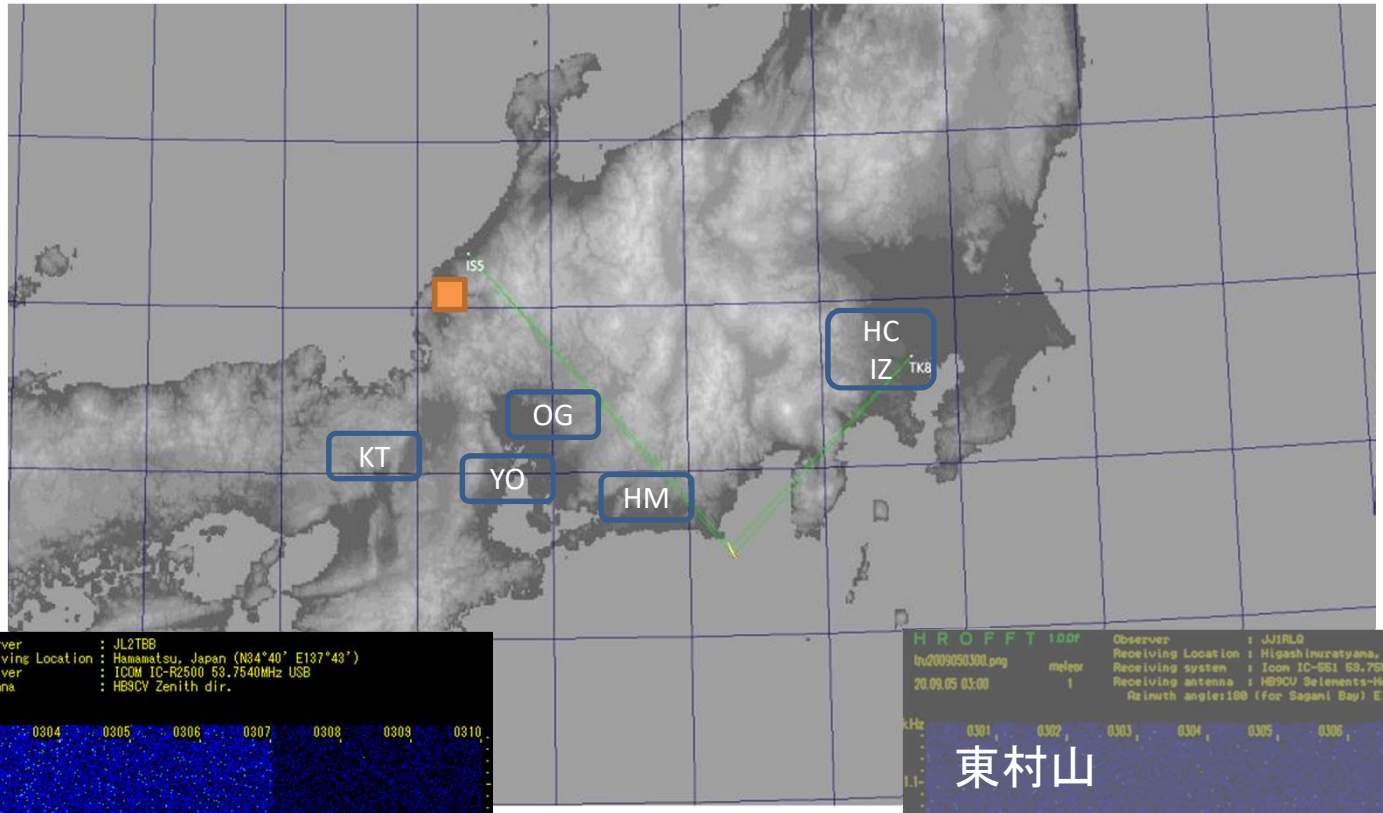
20200905_025924_GMAP

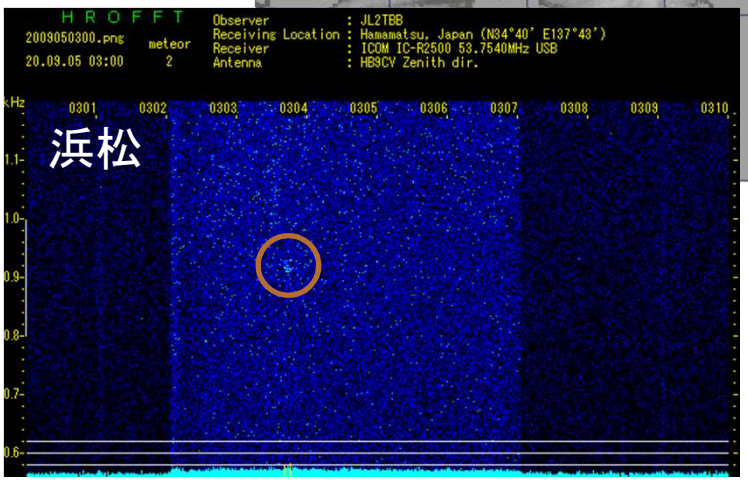
HC 八王子
HM 浜松
IZ 東村山
KT 京都
OG 大垣
YO 四日市

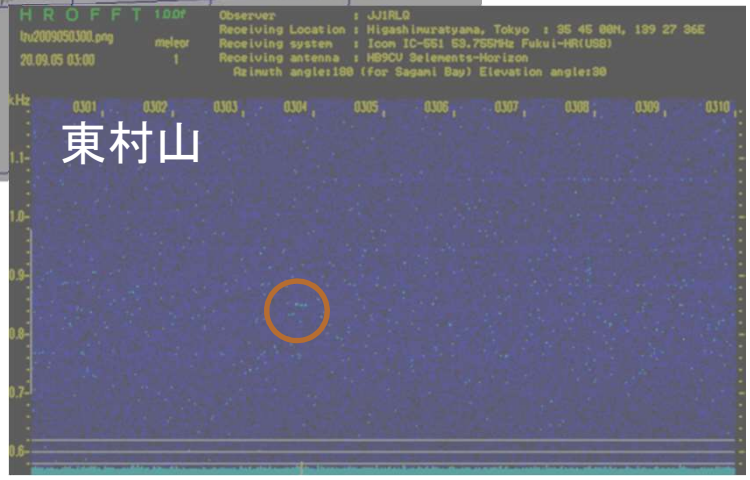


20200905_030340_GMAP

HC 八王子
HM 浜松
IZ 東村山
KT 京都
OG 大垣
YO 四日市

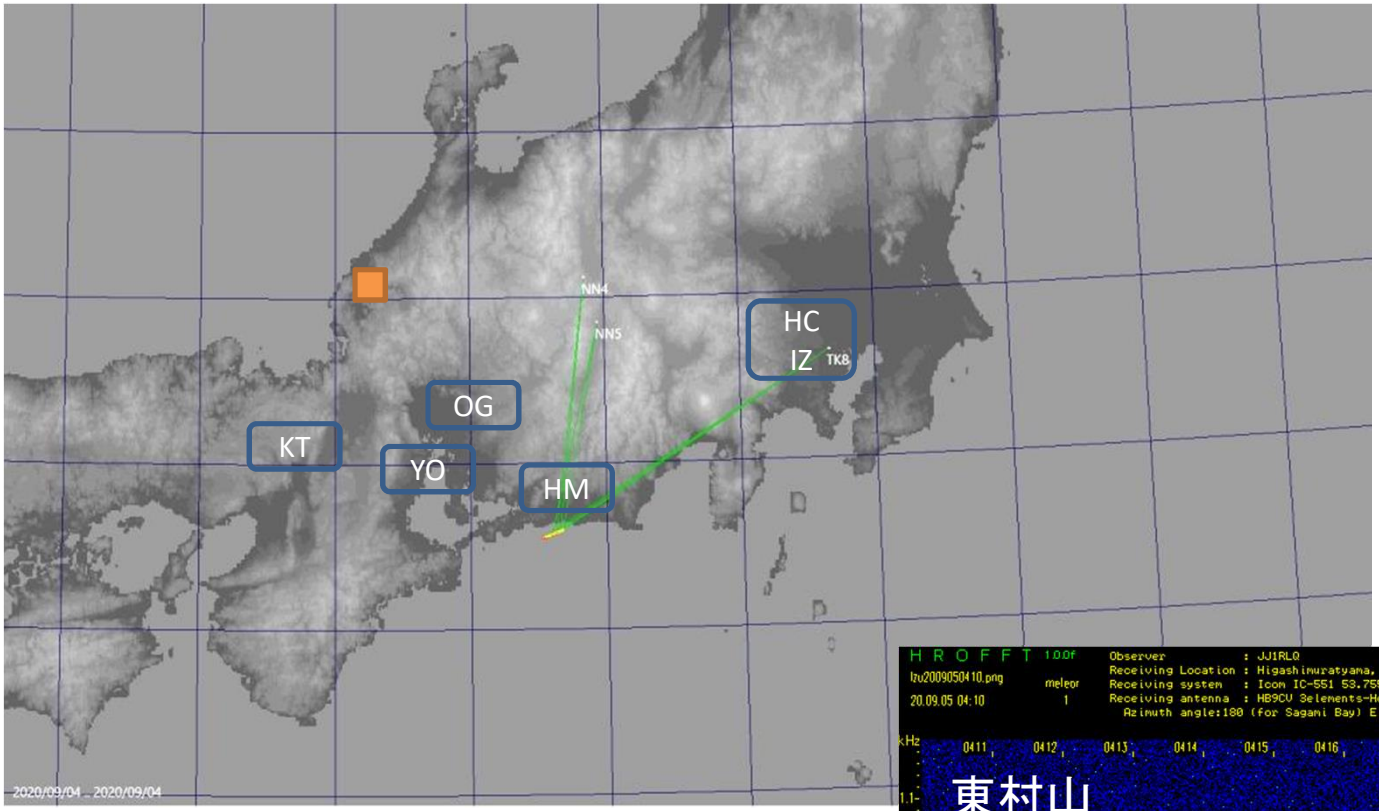


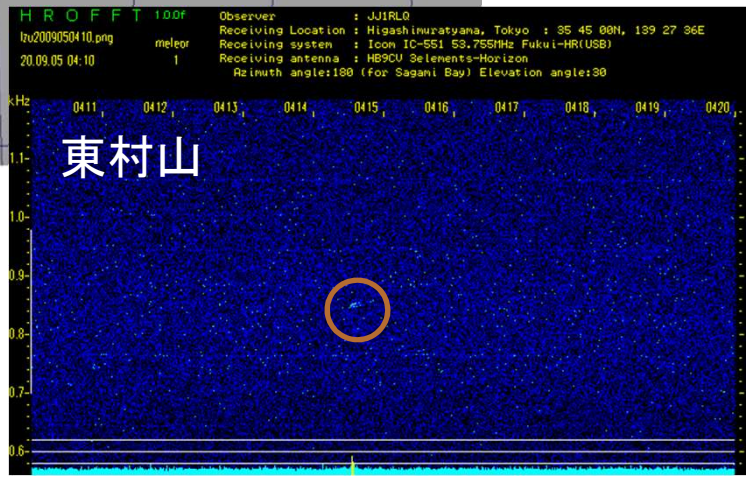




20200905_041426_GMAP

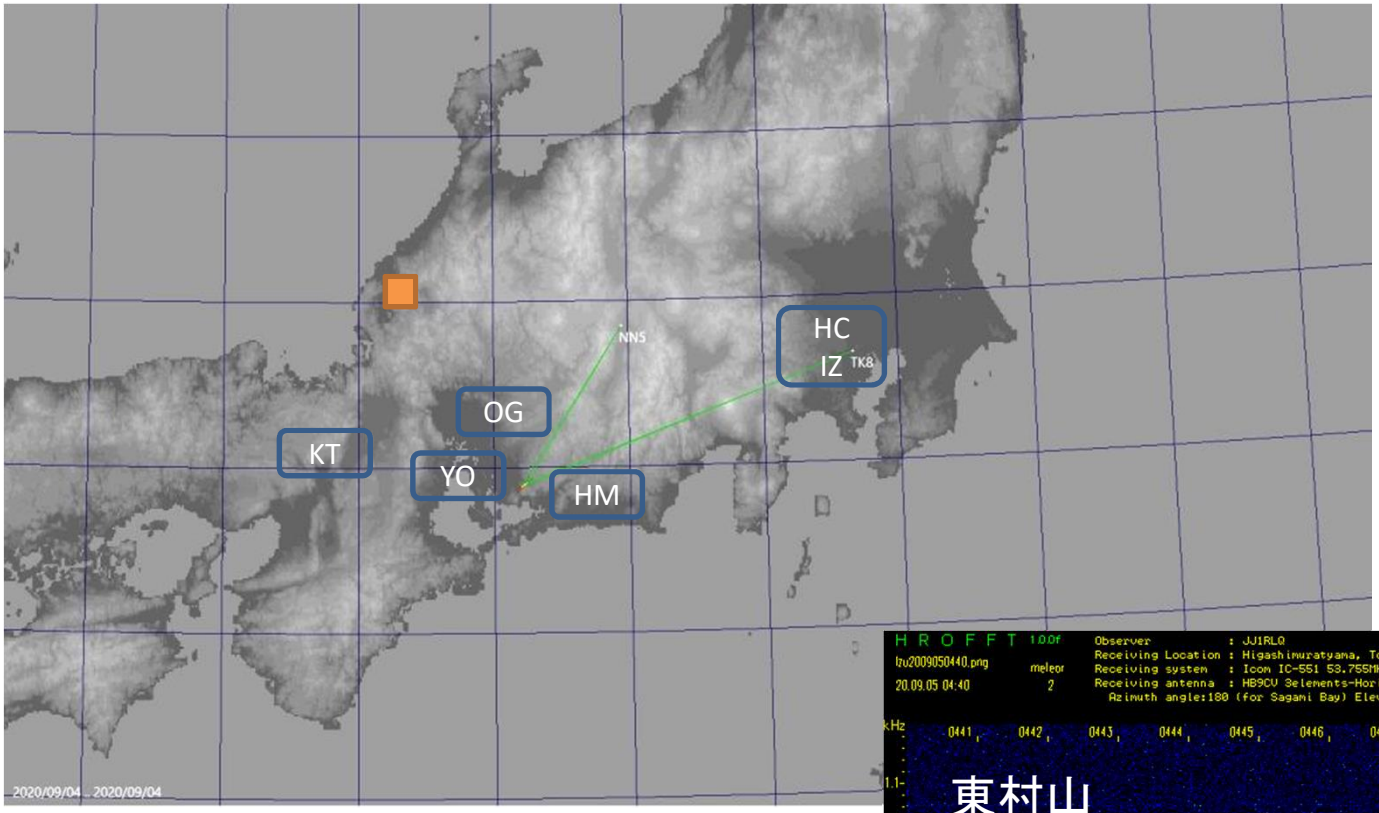
HC 八王子
HM 浜松
IZ 東村山
KT 京都
OG 大垣
YO 四日市

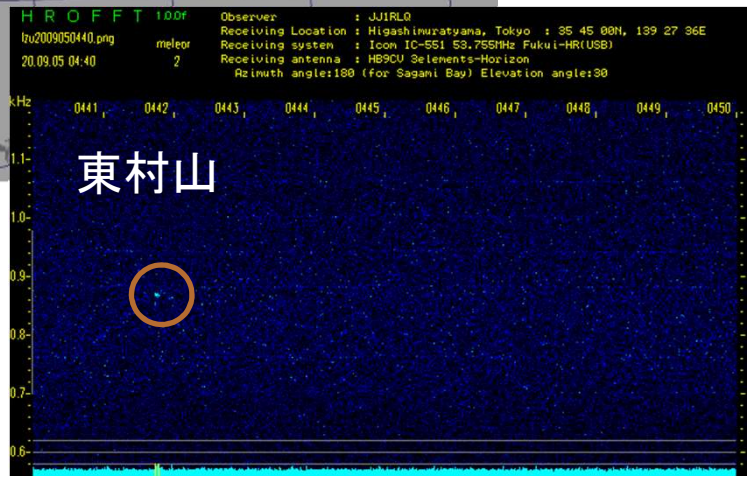




20200905_044142_GMAP

HC 八王子
HM 浜松
IZ 東村山
KT 京都
OG 大垣
YO 四日市





流星電波エコー機構

流星は長い線上のプラズマを残します。ここに地上の電波が当たると反射して流星電波エコーとなって観測されます。強い指向性があります。

フレネル反射と言う機構によって線長の中心から特定の長さの範囲の反射波が観測出来ます。それ以外は反射波同士が打ち消してしまいます。その長さはプラズマまでの距離と観測波長で決まります。

電子密度によって散乱機構は2種類に分かれます。

線電子密度（q）は1m当たりの自由電子の数（m^{-1}, 個/m）

体積電子密度（N,ne）は単位体積当たりの自由電子の数（m^{-3}, 個/m^3）

線電子密度と流星の光度・速度関係

$Mr=36-2.5\log_{10}(q/v)$

Mr：流星の光度

q ：線電子密度

v ：対地速度

散乱機構によって異なるエコーとなります。

体積電子密度（大）

線電子密度が10^{14}個/m以上

オーバーデンスエコーとなって電波は全反射される

時間とともに反射領域が成長しロングエコーになる

エコー継続時間の対数と光度にリニアな関係あり

体積電子密度（小）

線電子密度が10^{14}個/m以下

アンダーデンスエコーとなり、

　各々の自由電子で反射します

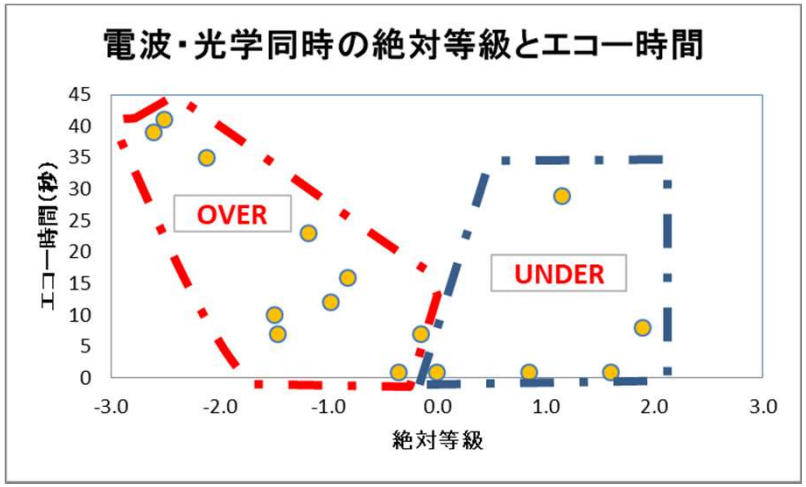
エコーは急速に弱くなる

・高度が高いほど風が強くてプラズマ帯（飛跡）は拡散される。この時の運動でドップラーシフトするとエコーは周波数方向に広がる。

・風で拡散されると反射が複雑になり広範囲に反射される

平塚の線電子密度と散乱機構分類

No	電波画像	継続時間	エコー時間	Amag	Vg	線電子密度	エコー形状
1	KN9_2007301950.png	0.47	35	−2.1	51.8	9.2E+16	over
2	KN9_2008020130.png	0.50	8	1.9	40.7	1.8E+15	under
3	KN9_2008040200.png	0.28	29	1.1	35.1	3.1E+15	over
4	KN9_2008102240.png	0.47	23	−1.2	48.9	3.7E+16	over
5	KN9_2008110300.png	0.10	1	1.6	51.3	3.0E+15	under
6	KN9_2008122320.png	0.57	12	−1.0	41.2	2.6E+16	over
7	KN9_2008130051.png	0.35	1	0.8	58.0	6.7E+15	under
8	KN9_2008130120.png	0.33	7	−1.5	58.8	5.7E+16	over
9	KN9_2008130330.png	0.10	39	−2.6	51.1	1.4E+17	over
10	KN9_2008130340.png	0.20	1	−0.4	63.5	2.2E+16	over
11	KN9_2008140000.png	0.40	16	−0.8	53.8	2.9E+16	over
12	KN9_2008140120.png	0.36	10	−1.5	63.7	6.4E+16	over
13	KN9_2008202340.png	0.73	1	0.0	35.5	8.9E+15	under
14	KN9_2008252320.png	0.83	41	−2.5	57.3	1.5E+17	over
15	KN9_2008280400.png	0.97	7	−0.2	37.8	1.1E+16	over



- overdense echo と underdense echo の線電子密度の境は10^{14}とされていますがこの観測では10^{15}のようです
- 線電子密度が10倍多く見積もられています
- これはTV観測が赤外に感度がある事による事が要因かも知れません
- overdense echoは0等より明るく光度とエコー時間に相関がある
- underdense echoは0等より暗く光度とエコー時間に相関がない

全国の線電子密度と散乱機構分類

No	光学/電波	localtime	Amag	vg	dur	エコー時間	線電子密度	エコー形状
1	光学	20200904_230419	−2.30	75.2	0.28		1.6E+17	
	電波	YO2009042300				3		over
		OG2009042300				8		over
		IZ2009042300				11		over
		HC2009042300				1		over
2	光学	20200905_013813	−5.97	62.2	1.62		3.8E+18	
	電波	IZ2009050130				23		over
		HC2009050130				8		over
		KT2009050130				1		under
3	光学	20200905_021553	−2.30	60.1	0.17		1.3E+17	
	電波	KT2009050210				1		under
		OG2009050210				1		under
4	光学	20200905_025207	−3.53	78.7	0.54		5.1E+17	
	電波	OG2009050250				1		under
5	光学	20200905_025924	−1.16	66.2	0.16		4.8E+16	
	電波	KT2009050250				4		under
6	光学	20200905_030340	−1.21	37.7	0.36		2.9E+16	
	電波	HM2009050300				10		over
		IZ2009050300				11		under
7	光学	20200905_041426	−2.76	65.5	0.30		2.1E+17	
	電波	IZ2009050410				7		over
8	光学	20200905_044142	−2.20	58.0	0.10		1.1E+17	
	電波	20200905_044145				6		over

- overdense echo と underdense echo の線電子密度の境は10^{14}とされていますがこの観測では$10^{16\sim17}$のようです
- ただし、同じ流星でもover/underが混在しています
- これは平塚の観測は観測方向や観測地が電波と光学で同じだったのに対して、全国ではこの制約が無い事が要因なのかも知れません

結果

1. 電波と光学の同時流星は少ない 先行研究と同じ結果
2. 明るい流星が必ずしも電波で検出されるわけではない 先行研究と同じ結果
3. 明るい流星はロングエコーになる
4. 対地速度とエコー時間には相関が見られない 先行研究では遅い方が強電界
5. 発光継続時間が短くてもロングエコーになる場合がある 先行研究では継続時間の議論は無い
6. 発光継続時間0.6秒以下の流星は電波で検出されやすい
7. 線電子密度を測定するにはV等級で測光すると良いかも知れません
8. 観測地点が全国の場合と特定の方向を観測する場合で調査内容（評価項目）を変えると良いようです
    1. 電波も光学も同じ方向を観測する方が線電子密度の測定には良さそうです
9. 今後は高度・速度にも注目が必要

相模湾の方を向いたアンテナによる流星電波観測(神作哲夫)

　福井の53.755MHzの流星観測用電波と、114.1MHzのVOR波を使用している。ビームが鋭くなるように素子を増やし、受信機は安価なSDR(Software Defined Radio)とＰＣを使用、受信した電波を表示するソフトとしてはWindowsでHROFFTを使用している。受信データを利用してもらえるようにネットに載せている。眼視やカメラと比べると検出が劣るので対策を考えている。最近、アンテナのSWR等を測定するベクトルネットワークアナライザーを安価で購入した。

相模湾の方を向いたアンテナによる流星電波観測　　神作哲夫　　2020 年 12 月 06 日

受信電波について

観測に利用している周波数は、福井の 53.755MHz の流星観測用電波と、114.1MHz の VOR 波です。

その、VOR の方は当初は南大東島 VOR117.8MHz を受けていました。ただ、最近このサイトは電波を出すのを昼間に限定してしまったので観測には不向きになり、114.1MHz の別のサイトからの電波を受けています。なお、当初に南大東島と名乗っているので、運用上「南大東」の名前を残しています。写真の右下が南大東、中上が福井で、この二基が相模湾方向に向いています。左の一部が見えているアンテナだけが、仁川に向いているアンテナです。

アンテナ

ノイズの大変多い地域という事情から、ビームが鋭くなるように、自分で再設計して素子を増やしました。

アンテナそのものは、設計にシュミレーターを使ったりして順調に作れたのですが、受信機との結合(配線や SWR)には手を焼きました。人にデーターをお見せできるような受信状態になったのはごく最近のことです。

受信機

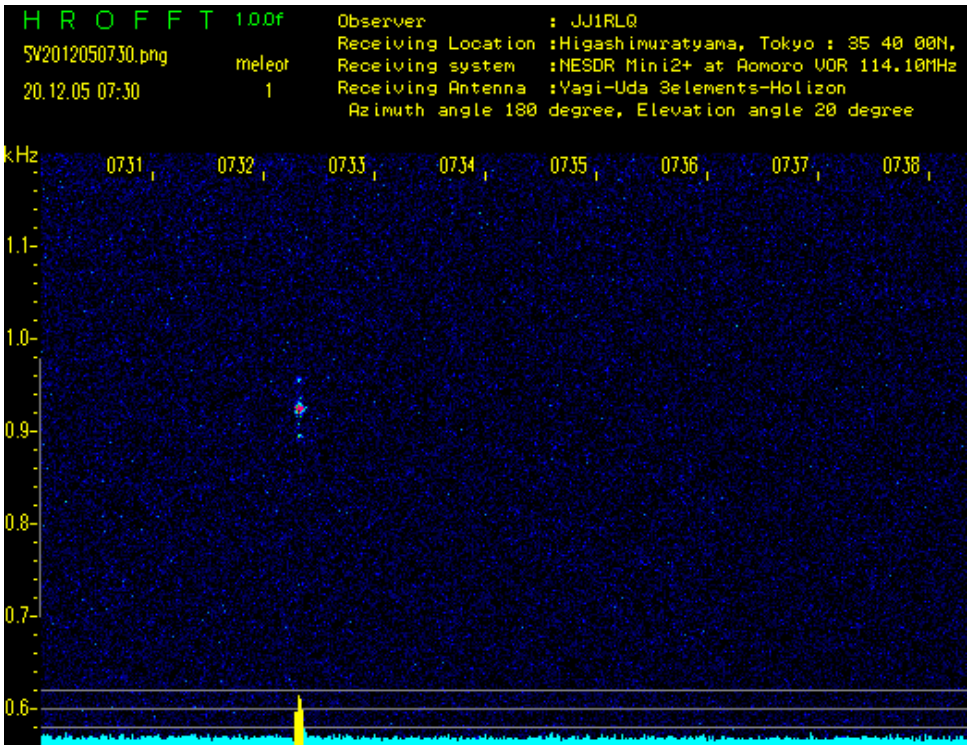
すべて最近の数千円の安い SDR(Software Defined Radio)を使っています。近年の MOS-FET を初段に使ったこのような受信機の性能はたいしたもので、宇宙雑音のレベルを超えて(下回って)いるのでこれで十分です。

最近アマゾンで売り出された同様の安い SDR の中には、流星電波観測への適応をうたったものもあります。

パソコン

SDR を受信機として使うとなるとコンピューターが必要になります。SDR を動かすだけなら Windows でもアンドロイドでもラズベリーパイでも何でも可です。ただ、受信した電波を表示するソフトは、現状では HROFFT が業界標準となっています。この HROFFT というソフトは Windows 環境のものしかありません。結局、Windows パソコンは必ず必要になってしまいます。このため、SDR での受信環境の構築には、一台の Windows パソコンに受信と表示記録の両方をまかせた方が能率が良いわけで、現状は写真のようになっています。

右写真は南大東の受信画面で
7時32分20秒ごろに流星っぽいechoが入感しています



ライブ

受信したデーターを利用してもらえるように、八王子の杉本さんの助けを借りてインターネットに載せています。

sonotaco とのデータの比較ができるように、一年前のデータが見れるようになっていると、よいかと思い、２年分近くのデーターを載せられるサーバーを借りて運用しています

http://green-iki-4747.hiho.jp/astro/live/index.html

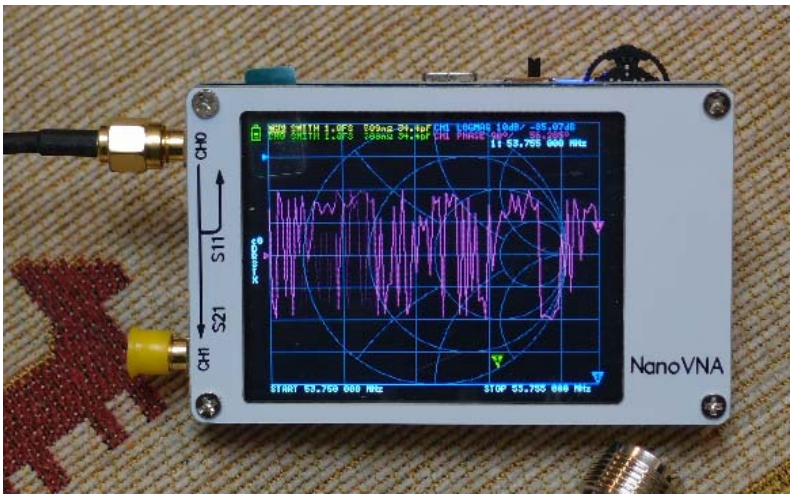
課題と展望

現状のアンテナは眼視観測やカメラ観測に比べてちょっと検出が劣っており、様々な対策が必要です。

SN比や感度の指標となるSWRは、福井からの電波にあわせた方のアンテナは 1.0 という満足のゆくものですが、南大東に合わせたアンテナは 2.0 というちょっと悲しい状態で、改善が望まれます。

相模湾に向けたアンテナでは福井の流星観測専用波と「南大東」と呼んでいるVOR波を受信していますが、「主砲」と呼んでいる仁川からの113.8MHzの電波を受けているアンテナも、相模湾に向けてよいのではと考えています。全てのアンテナが相模湾に向くことになります。

右写真は、最近購入したベクトルネットワークアナライザーと呼ばれる、アンテナのSWR等を測定する機械です。以前は100万円以上したものが、自分が先日買った値段は5000円でした。大変有能で電波観測も新しい段階へ入ったという気がしました。



2020年10,11,12月の電波光学同時流星観測報告

(平塚市博物館天体観察会流星分科会　永井和男)

平塚市博物館のTV観測ネットワークと東京都東村山市の神作哲夫さんの観測を用いて、流星電波エコーと光学(TV)観測の同時流星を調査しました。その結果、同時流星は46個でした。観測の目的を４つに絞って下記の結果を得た。1)電波エコーの適度な高度範囲はどの位なのか？→現状では電波エコーの適度な高度範囲は見当たらない。2)対地速度が遅い方が強い電波になるのか観測的に確認する→はっきりしませんが速度が遅いとエコー強度が強くなるようです。3)本当に継続時間0.6秒以下の方が電波光学の同時流星が多いのか？→発光継続時間の短い流星が多いので同時流星も多い。4)なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか→今回の観測からは理由は分からなかった。以上の結果から今後も継続観測を行う事となりました。

2020年10,11,12月の電波光学同時流星観測報告
(平塚市博物館天体観察会流星分科会　永井和男)
平塚市博物館のTV観測ネットワークと東京都東村山市の神作哲夫さんの観測を用いて、流星電波エコーと光学(TV)観測の同時流星を調査しました。その結果、同時流星は46個でした。観測の目的を４つに絞って下記の結果を得た。電波エコーの適度な高度範囲はどの位なのか？→現状では電波エコーの適度な高度範囲は見当たらない。対地速度が遅い方が強い電波になるのか観測的に確認する→はっきりしませんが速度が遅いとエコー強度が強くなるようです。本当に継続時間0.6秒以下の方が電波光学の同時流星が多いのか？→発光継続時間の短い流星が多いので同時流星も多い。なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか→今回の観測からは理由は分からなかった。以上の結果から今後も継続観測を行う事となりました。

2020年10,11,12月の電波光学同時流星観測報告

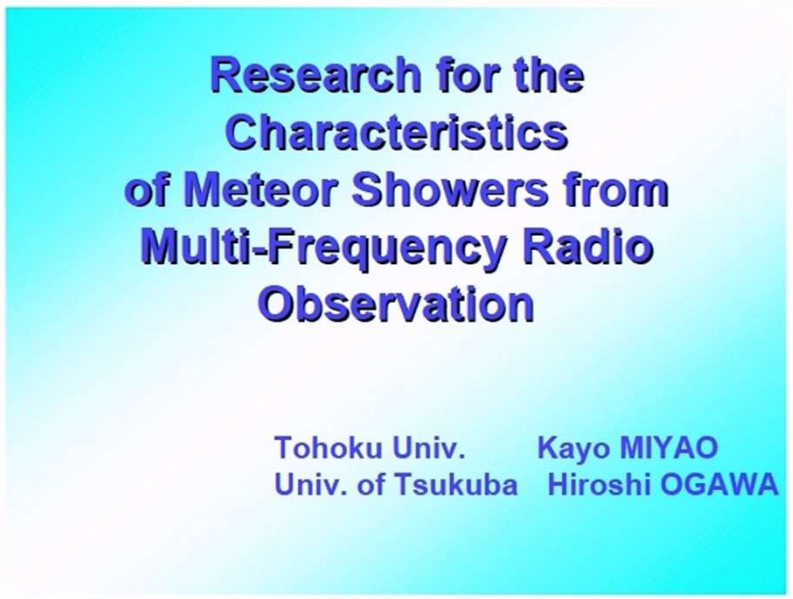
平塚市博物館 天体観察会 流星分科会　永井和男

2021年1月17日 第四回 流星電波懇談会 on Zoom

TV観測：KN4秋山純代(平塚), KN5石井正一(平塚), KN6岡澤 智(茅ヶ崎), KN7清水紘司(小田原)
KN8鈴木節雄(横浜), KN9永井和男(茅ヶ崎), KNI萩原亜香(平塚), KND横関秀美(平塚)
KNF小林 隆(平塚), KNH戸村 比呂子 (藤沢)

電波観測：神作哲夫(東京都東村山市)

２つの先行研究



流星電波観測：観測周波数と流星

火球とHROロングエコーの関係

先行研究のまとめ

- 流星電波観測：観測周波数と流星
  - 周波数が低く、対地速度が遅い方が強い電波となる

- 火球とHROロングエコーの関係
  - 対地速度が遅い流星の方が電波・光学同時流星が多い
  - 電波・光学同時流星は30%未満
  - 火球は：明るい方より暗い方が電波・光学同時流星が多い
  - 火球は：明るいからロングエコーになると言う物ではない. むしろ、暗い方がロングエコーとなる
  - 適度な高度範囲に飛跡があると電波で検出しやすい、その範囲で明るくなると強いエコーになる（と言う仮定）

前回(2020年7,8月)の結果

1. 電波と光学の同時流星は少ない　先行研究と同じ結果
2. 明るい流星が必ずしも電波で検出されるわけではない　先行研究と同じ結果
3. 明るい流星はロングエコーになる
4. 対地速度とエコー時間には相関が見られない　先行研究では遅い方が強電界
5. 発光継続時間が短くてもロングエコーになる場合がある　先行研究では継続時間の議論は無い
6. 発光継続時間0.6秒以下の流星は電波で検出されやすい
7. 線電子密度を測定するにはV等級で測光すると良いかも知れません
8. 観測地点が全国の場合と特定の方向を観測する場合で調査内容（評価項目）を変えると良いようです
    1. 電波も光学も同じ方向を観測する方が線電子密度の測定には良さそうです
9. 今後は高度・速度にも注目が必要

モチベーション と 観測に関して

1. 電波エコーの適度な高度範囲はどの位なのか？
2. 対地速度が遅い方が強い電波になるのか観測的に確認する
3. 本当に継続時間0.6秒以下の方が電波光学の同時流星が多いのか？
4. なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？

前回(7,8月)の結果から観測地点と観測方向を固定した方が評価しやすい事が分かりました。
（電波も光学も同じ場所で同じ方向を観測する）

光学観測(TV観測)は平塚市博物館のTV観測ネットワークの観測結果を使用しました(KN9永井のみSonotaCo net掲示板に報告しています）。

電波観測は事情により自身の観測設備が使用出来ませんでしたので東京都東村山市の神作さんのIZUアンテナ（アンテナ方向伊豆諸島方面）の画像を流星電波観測ライブ(http://www5f.biglobe.ne.jp/~hro/Live/index.htm)からダウンロードしました。

HRO電波送信所は福井県立大学アマチュア流星電波観測研究所の50M帯の電波を使用させて頂いております。

観測場所

HRO電波送信所
福井県立大学アマチュア流星電波観測研究会
〒910-1142 福井県吉田郡永平寺町…
東村山市➡
平塚市・茅ヶ崎市➡
カメラ視野
新潟県
上越
糸魚川
七尾
南魚沼
那須塩原
栃木県
高岡
富山
長野
上信越高原国立公園
群馬県
日光
宇都宮
前橋
伊勢崎
高崎
高山
長野県
埼玉県
利根川
つくば
さいたま
東京
千葉
福井県
岐阜県
下呂
秩父多摩甲斐国立公園
甲府
山梨県
横浜
中津川
岐阜
長浜
琵琶湖
滋賀県
名古屋
豊田
愛知県
岡崎
静岡
静岡県
沼津
千葉県
豊橋
浜松
津
伊勢

電波光学同時流星の検出数

- 電波観測は夕方16時から翌朝7時までの観測を用いました
- 光学観測の検出数は光学の同時流星から軌道が求まった流星の数です
- 光学観測の解析にはUFOOrbitV2を用いてQ1で解析しました

年月	電波	光学	同時		
			数	電波から見た%	光学から見た%
2020年10月	1719	257	5	0.3	1.9
2020年11月	1409	544	7	0.5	1.3
2020年12月	1537	1111	34	2.2	3.1

- 電波と光学の同時流星はとても少なく、多くても12月の2〜3%程度でした
- 光学流星の数が増えると電波光学同時流星も増えるようです
- 先行研究ではふたご群の電波光学の同時流星は他の群より多いと指摘されています

前回(7,8月)の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Jul-20	1	茅ヶ崎	KN9_2007301950.png	_20200730_195011	_20200730_195008	0.47	35	強	9.2E+16	over	_J5_Per	-2.1	51.8	90.9	86.7	×	同じ流星、LONGエコー
Aug-20	1	茅ヶ崎	KN9_2008020130.png	_20200802_013920	_20200802_013900	0.50	8	弱	1.8E+15	under	_J5_sdA	1.9	40.7	100.5	87.0	×	たぶん同じ流星
	2	茅ヶ崎	KN9_2008040200.png	_20200804_020139	_20200804_020102	0.28	29	強	3.1E+15	over	_J5_sdA	1.1	35.1	89.2	82.5	×	同じ流星、LONGエコー、違うかも
	3	茅ヶ崎	KN9_2008102240.png	_20200810_224556	_20200810_224548	0.47	23	中	3.7E+16	over	_J5_Per	-1.2	48.9	102.4	89.8	×	同じ流星、LONGエコー
	4	茅ヶ崎	KN9_2008110300.png	20200811_030529	20200811_030545	0.10	1	弱	3.0E+15	under	spo	1.6	51.3	104.7	100.5	×	同じ流星かも知れない
	5	茅ヶ崎	KN9_2008122320.png	_20200812_232440	_20200812_232507	0.57	12	強	2.6E+16	over	_spo	-1.0	41.2	107.1	84.9	×	電波の方が先に検出、時刻は似ている
	6	茅ヶ崎	KN9_2008130051.png	_20200813_005336	_20200813_005343	0.35	1	弱	6.7E+15	under	_J5_Per	0.8	58.0	105.6	93.0	×	同じ流星
	7	茅ヶ崎	KN9_2008130120.png	_20200813_012254	_20200813_012315	0.33	7	弱	5.7E+16	over	_J5_Per	-1.5	58.8	103.3	90.3	×	同じ流星かも知れない、断続的なLONGエコー
	8	茅ヶ崎	KN9_2008130330.png	_20200813_033042	_20200813_033022	0.10	39	中	1.4E+17	over	_J5_Per	-2.6	51.1	87.9	83.1	あり	同じ流星、LONGエコー
	9	茅ヶ崎	KN9_2008130340.png	_20200813_034623	_20200813_034627	0.20	1	中	2.2E+16	over	_spo	-0.4	63.5	100.5	91.3	×	同じ流星
	10	茅ヶ崎	KN9_2008140000.png	_20200814_000819	_20200814_000815	0.40	16	強	2.9E+16	over	_J5_Per	-0.8	53.8	115.3	100.8	×	同じ流星、LONGエコー
	11	茅ヶ崎	KN9_2008140120.png	_20200814_012517	_20200814_012509	0.36	10	弱	6.4E+16	over	_spo	-1.5	63.7	104.2	93.0	×	たぶん、同じ流星
	12	茅ヶ崎	KN9_2008202340.png	_20200820_234831	_20200820_234828	0.73	1	中	8.9E+15	under	_spo	0.0	35.5	102.5	85.5	×	同じ流星
	13	茅ヶ崎	KN9_2008252320.png	_20200825_232310	_20200825_232301	0.83	41	中	1.5E+17	over	_spo	-2.5	57.3	98.1	80.0	×	同じ流星、LONGエコー
	14	茅ヶ崎	KN9_2008280400.png	_20200828_040247	_20200828_040243	0.97	7	強	1.1E+16	over	_spo	-0.2	37.8	108.2	85.7	×	同じ流星

- 2か月で14個

今回(10,11,12月)の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Oct-20	1	東村山	Izu2010130240.png	_20201013_024303	_20201013_024302	0.23	4	強	1.8E+16	under	_spo	-0.36	51.6	112.3	101.4	×	
	2	東村山	Izu2010130350.png	_20201013_035623	_20201013_035619	1.19	7	弱	2.3E+16	over	_spo	-0.72	47.6	99.5	78.2	×	
	3	東村山	Izu2010210040.png	_20201021_004320	_20201021_004317	0.23	1	強	4.1E+16	under	_spo	-1.34	47.8	104.5	94.3	×	
	6	東村山	Izu2010250450.png	_20201025_045411	_20201025_045402	0.07	4	強	3.1E+15	under	_spo	1.42	45.9	105.5	103.2	×	光学が9秒早い
	7	東村山	Izu2010280320.png	_20201028_032304	_20201028_032257	0.20	1	弱	6.4E+15	under	_spo	1.00	64.0	107.9	99.6	×	光学が7秒早い
	4	東村山	Izu2010290240.png	_20201029_024623	_20201029_024623	0.13	1	強	2.1E+15	under	_spo	1.58	36.0	89.5	85.6	×	
	5	東村山	Izu2010310030.png	_20201031_003513	_20201031_003514	0.20	1	強	1.7E+15	under	_spo	1.46	26.0	87.6	82.2	×	
Nov-20	1	東村山	Izu2011100420.png	_20201110_042456	_20201110_042453	1.22	3	強	5.2E+15	under	_J5_sTa	0.24	26.1	94.9	76.7	×	
	2	東村山	Izu2011170420.png	_20201117_042928	_20201117_042926	1.68	35	弱	3.3E+16	over	_J5_oEr	-1.56	31.6	95.9	73.6	×	Long Echo
	3	東村山	Izu2011212110.png	_20201121_211904	_20201121_211906	0.20	1	弱	1.5E+15	under	_spo	1.68	28.6	93.3	90.3	×	
	4	東村山	Izu2011260330.png	_20201126_033038	_20201126_033036	0.13	1	強	1.9E+15	under	_J5_daD	1.74	37.7	94.7	92.0	×	
	5	東村山	Izu2011260530.png	_20201126_053137	_20201126_053135	0.20	1	強	5.7E+15	under	_J5_kDr	0.76	45.5	93.7	86.3	×	
	6	東村山	Izu2012010320.png	_20201201_032831	_20201201_032828	0.52	1	強	1.2E+15	under	_spo	1.49	19.0	92.2	85.9	×	
	7	東村山	Izu2012010500.png	_20201201_050939	20201201_050939	0.10	1	弱	2.4E+15	under	_J5_daD	1.80	51.0	106.7	102.3	×	

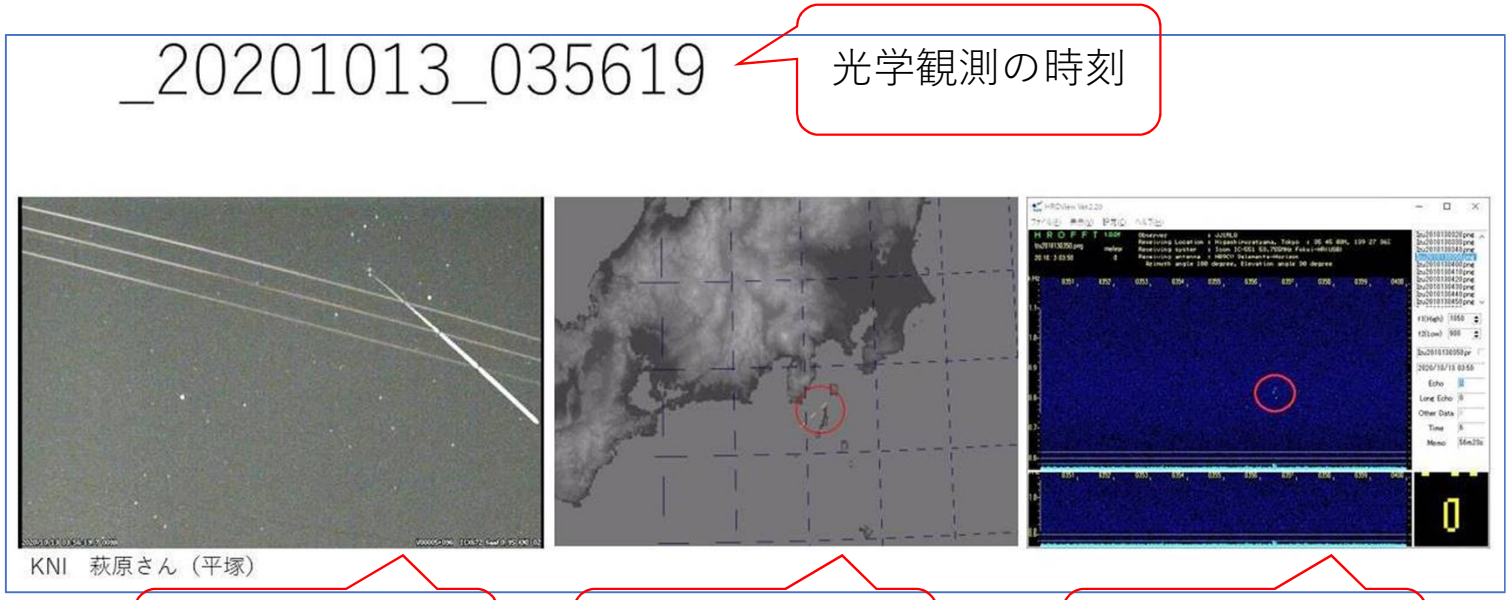
- 10月11月の2か月で12個でした
- 12月は34個でした。ふたご群は15個(44%)でした。
- 先行研究では速度の遅いふたご群の識別率は高いとされています

今回(10,11,12月)の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Dec-20	1	東村山	Izu2012042200	_20201204_220624	_20201204_222623	0.56	3	強	7.3E+14	over	_J5_sTa	2.47	28.5	98.1	82.9	×	
	2	東村山	Izu2012060340	_20201206_034056	_20201206_034056	0.20	9	強	2.2E+16	over	_spo	−0.14	76.3	104.5	93.2	×	
	3	東村山	Izu2012060410	_20201206_041816	_20201206_041815	0.47	7	強	1.3E+16	over	_J5_Gem	−0.46	33.7	95.5	80.9	×	
	4	東村山	Izu2012061710	_20201206_171303	_20201206_171302	1.02	15	強	1.1E+17	over	_spo	−3.09	24.4	114.0	105.2	×	
	5	東村山	Izu2012070240	_20201207_024240	_20201207_024237	0.36	1	弱	6.2E+15	under	_spo	−0.21	20.3	82.6	77.0	×	
	6	東村山	Izu2012070300	_20201207_030017	_20201207_030015	0.57	4	強	1.0E+16	over	_J5_daD	0.03	42.9	94.1	80.4	×	
	7	東村山	Izu2012070300	_20201207_030918	_20201207_030919	0.27	2	強	1.6E+16	under	_spo	−0.06	61.5	108.6	91.7	×	
	8	東村山	Izu2012080240	_20201208_024222	_20201208_024221	0.43	4	強	6.9E+15	over	_J5_Gem	0.36	38.4	95.1	78.9	×	
	9	東村山	Izu2012110430	_20201211_043319	_20201211_043316	0.30	1	強	4.4E+15	over	_spo	0.62	30.9	94.2	87.2	×	
	10	東村山	Izu2012110540	_20201211_054056	_20201211_054058	0.25	1	弱	2.3E+15	under	_J5_Gem	1.28	29.7	92.8	88.0	×	
	11	東村山	Izu2012132240	_20201213_224629	_20201213_224629	0.40	1	弱	1.3E+16	under	_J5_Gem	−0.39	36.5	98.8	87.4	×	
	12	東村山	Izu2012140400	_20201214_040406	_20201214_040404	0.49	1	弱	1.5E+16	under	_J5_Gem	−0.53	35.8	94.8	80.7	×	
	13	東村山	Izu2012140430	_20201214_043143	_20201214_043141	0.63	2	弱	9.2E+15	over	_J5_Gem	−0.06	34.5	99.1	82.6	×	
	14	東村山	Izu2012140430	_20201214_043404	_20201214_043401	0.24	1	弱	3.5E+15	over	_J5_Gem	0.93	32.6	93.1	86.5	×	
	15	東村山	Izu2012140440	_20201214_044355	_20201214_044354	0.24	1	弱	4.0E+15	over	_J5_Gem	0.76	32.2	92.4	85.9	×	
	16	東村山	Izu2012140440	_20201214_044843	_20201214_044842	0.76	4	弱	4.2E+16	over	_J5_Gem	−1.70	34.8	100.1	80.0	×	
	17	東村山	Izu2012140450	_20201214_045710	_20201214_045709	0.68	1	弱	2.2E+16	over	_J5_Gem	−0.97	35.4	116.5	100.6	×	
	18	東村山	Izu2012140450	_20201214_045843	_20201214_045846	0.19	1	弱	1.4E+16	over	_spo	−0.11	51.1	99.9	94.8	×	
	19	東村山	Izu2012140500	_20201214_050124	_20201214_050123	0.30	1	弱	2.4E+15	over	_J5_Gem	1.35	33.2	95.2	87.4	×	
	20	東村山	Izu2012140520	_20201214_052243	_20201214_052240	0.39	2	弱	6.3E+15	over	_J5_Gem	0.31	33.5	91.4	81.5	×	
	21	東村山	Izu2012140550	_20201214_055727	_20201214_055727	0.47	3	弱	7.6E+15	under	_J5_Gem	0.04	31.6	91.9	81.6	×	
	22	東村山	Izu2012150010	_20201215_001314	_20201215_001317	1.20	1	強	5.8E+16	over	_J5_Gem	−2.16	31.7	92.5	54.8	×	
	23	東村山	Izu2012150040	_20201215_004859	_20201215_004901	0.35	1	弱	3.5E+16	under	_spo	−1.37	39.0	93.0	79.7	×	
	24	東村山	Izu2012150130	_20201215_013621	_20201215_013618	0.20	3	強	9.4E+15	under	_spo	0.04	38.8	98.4	92.5	×	
	25	東村山	Izu2012150540	_20201215_054441	_20201215_054440	0.53	2	強	8.0E+15	under	_J5_Gem	0.04	32.8	96.2	83.9	×	
	26	東村山	Izu2012170110	_20201217_011939	_20201217_011936	0.16	1	強	3.9E+15	under	_J5_daD	1.26	50.0	96.0	92.6	×	
	27	東村山	Izu2012170230	_20201217_023948	_20201217_023946	0.70	2	強	2.5E+15	over	_J5_sTa	0.85	21.4	88.0	77.1	×	
	28	東村山	Izu2012190010	_20201219_001429	_20201219_001426	0.67	1	弱	5.3E+15	under	_spo	−0.34	15.4	103.8	90.7	あり	
	29	東村山	Izu2012190440	_20201219_044653	_20201219_044650	0.95	6	強	1.8E+16	under	_spo	−0.77	35.7	119.6	96.5	×	
	30	東村山	Izu2012200210	_20201220_021356	_20201220_021353	0.57	1	弱	2.9E+15	under	_spo	0.66	21.1	87.9	76.7	×	
	31	東村山	Izu2012290410	_20201229_041824	_20201229_041821	0.23	1	弱	9.4E+14	under	_spo	2.24	29.5	95.2	90.6	×	
	32	東村山	Izu2012310250	_20201231_025328	_20201231_025326	0.23	3	強	2.2E+15	under	_spo	1.39	30.7	90.1	83.8	×	
	33	東村山	Izu2012310300	_20201231_030812	_20201231_030809	1.03	1	弱	8.8E+15	under	_spo	−0.45	23.0	95.3	76.7	×	
	34	東村山	Izu2012310600	_20201231_060742	_20201231_060740	0.46	8	強	1.4E+17	over	_spo	−2.66	46.4	101.0	80.8	×	

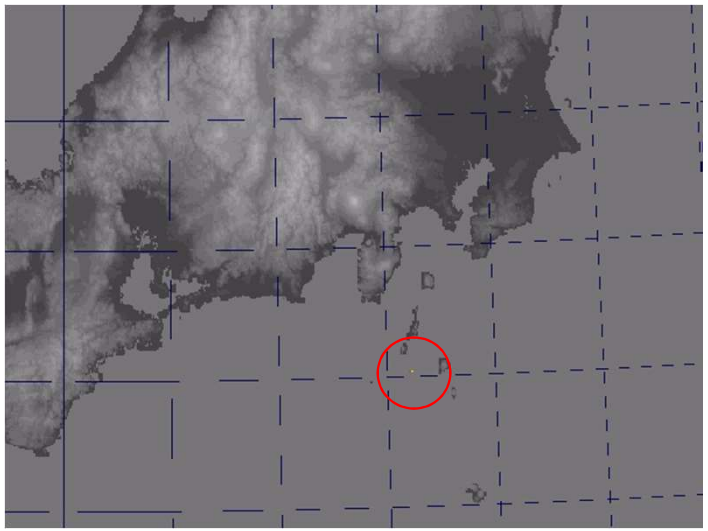
個々の電波光学同時流星

- 次ページ以降で個々の同時流星の画像を示します

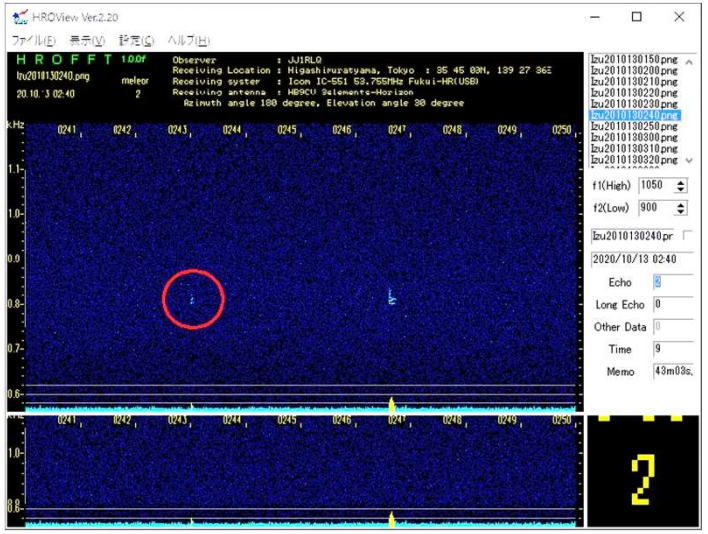


_20201013_024302

KNF　小林さん（平塚）



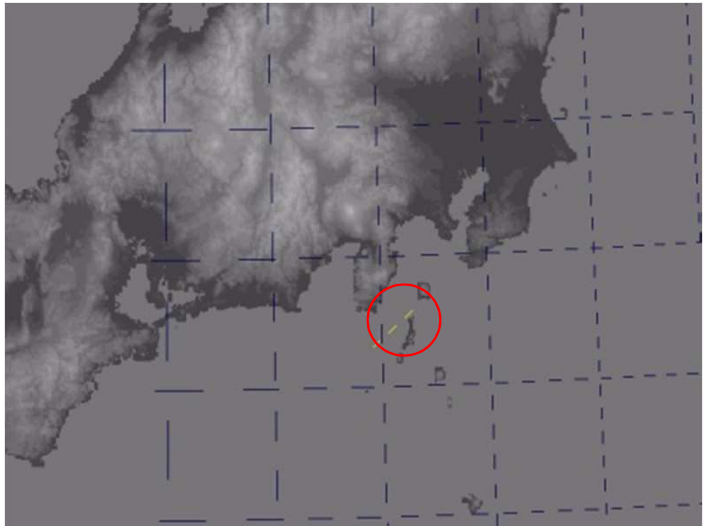
これのように
飛跡の小さい物が非
常に多いです



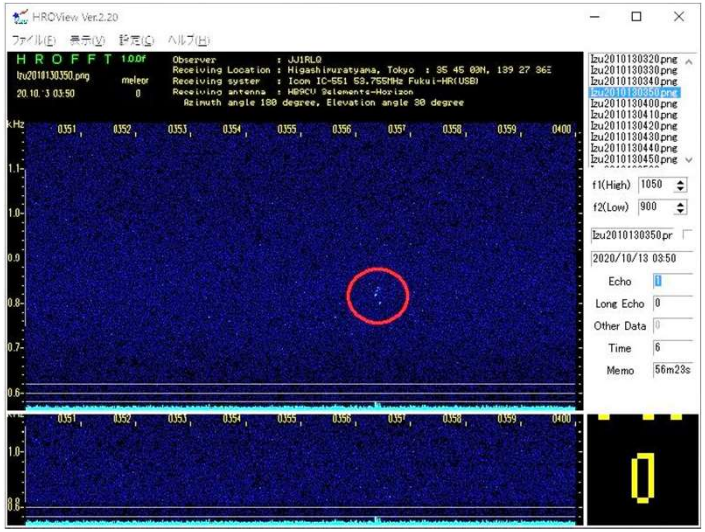
左の小さなエコーが同時流星で
右の大きなエコーは同時流星では
ありませんでした
この様な例も多いです

_20201013_035619

KNI　萩原さん（平塚）

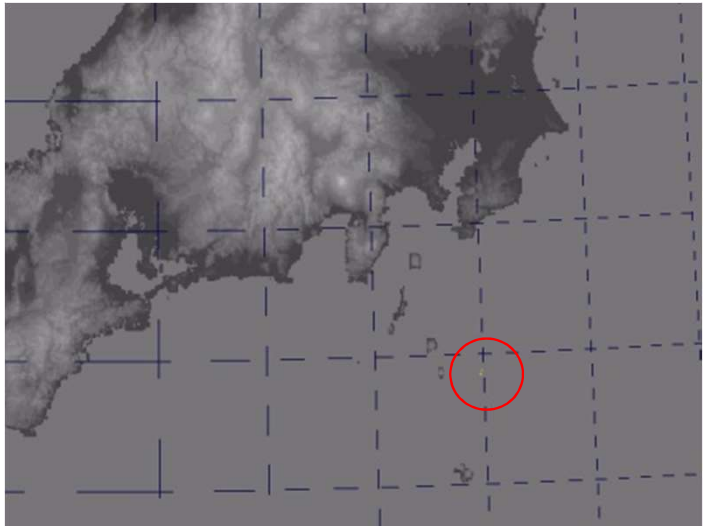


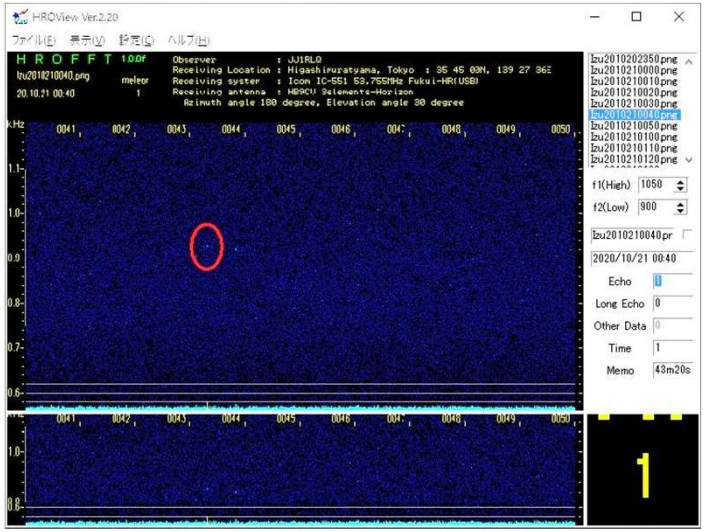
今回のサンプルの中では飛跡の長い物でした



0個のカウントですが明るい流星と同時になっています

_20201021_004317

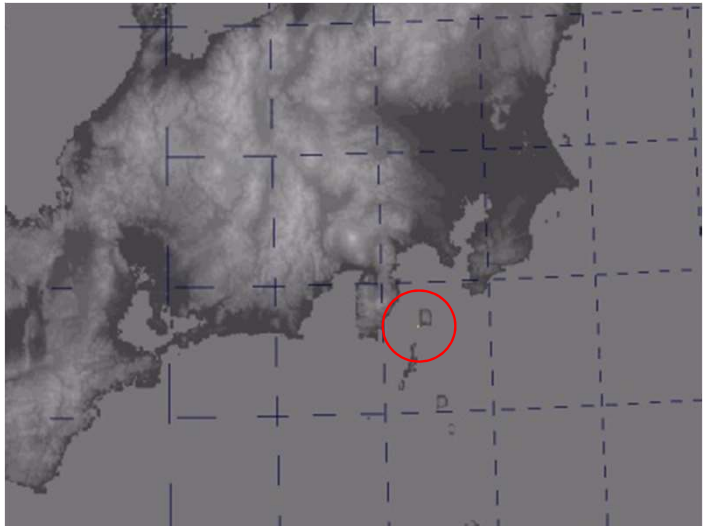


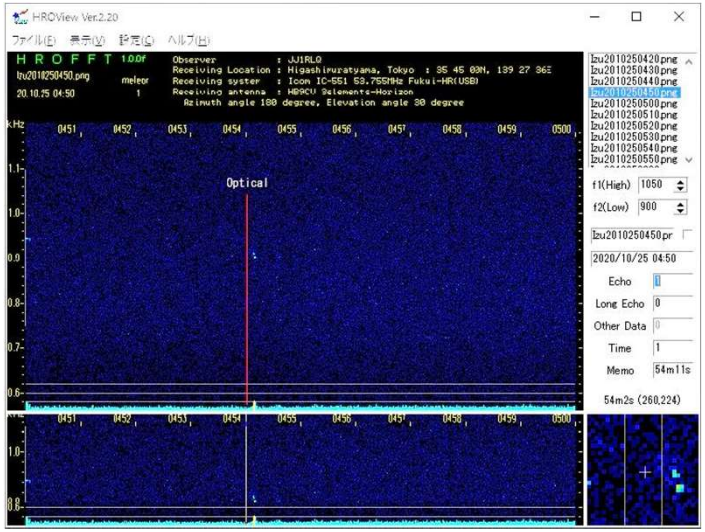


KN4　秋山さん（平塚）

この様な例は多いです
- 小ぶりの流星
- 短い飛跡
- Underdense echo

_20201025_045402

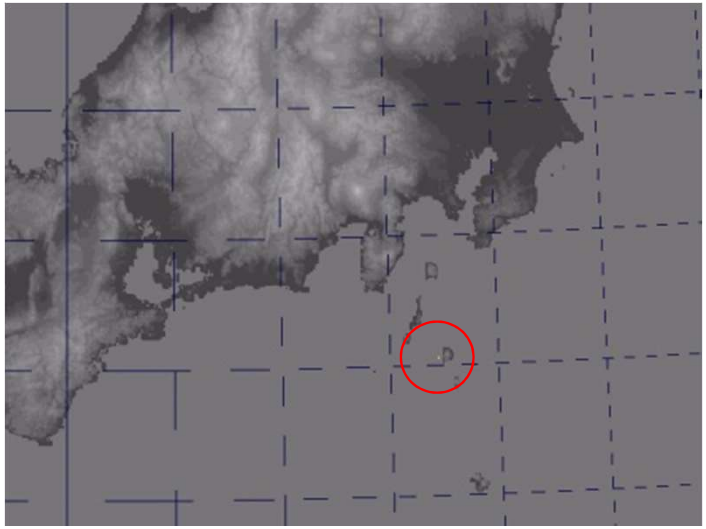


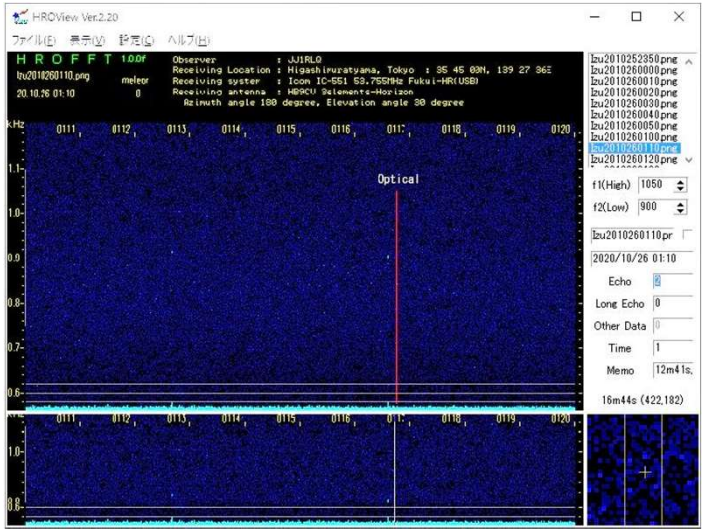


KN8　鈴木節雄さん（横浜）

光学の方が9秒先に検出されている

_20201026_011644

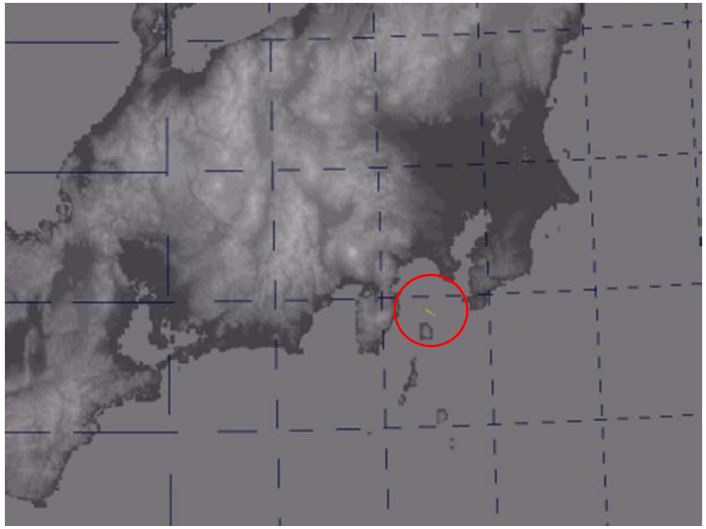


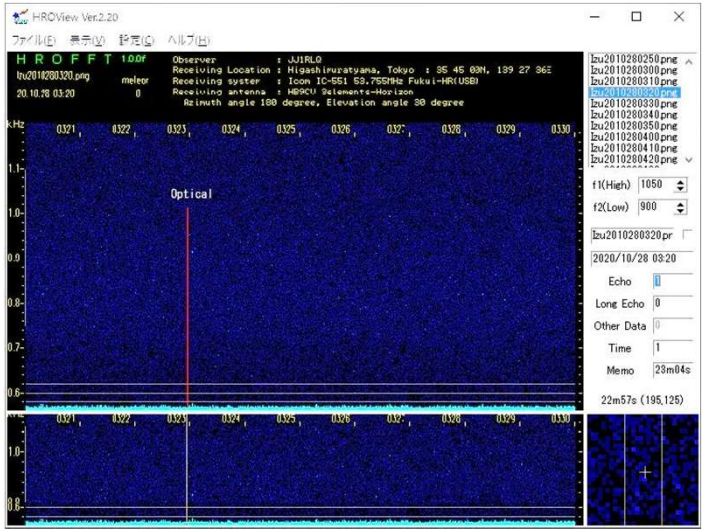


KND　横関さん（平塚）

光学の方が13秒後なので同時流星では無い

_20201028_032257



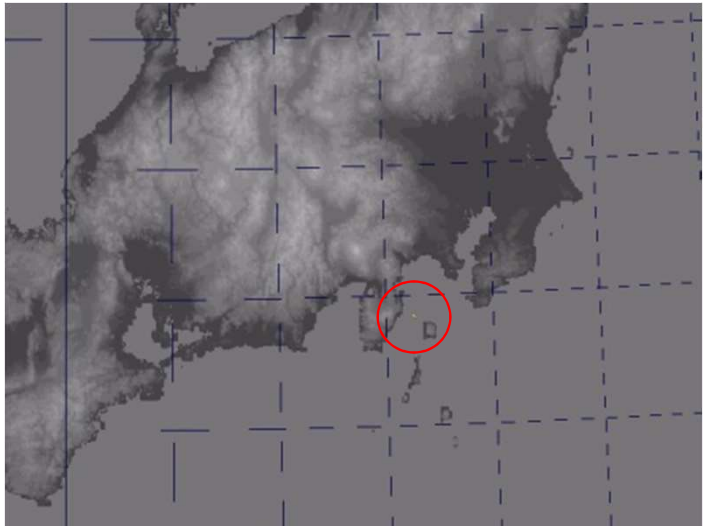


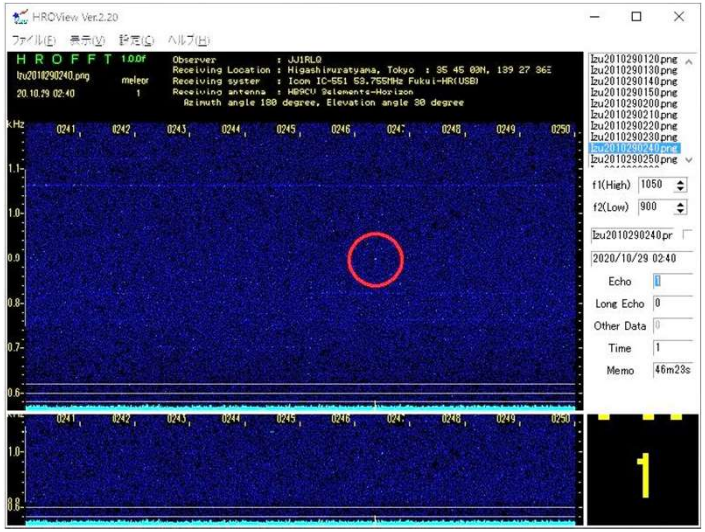
KNF　小林さん（平塚）

光学の方が7秒先に検出されている

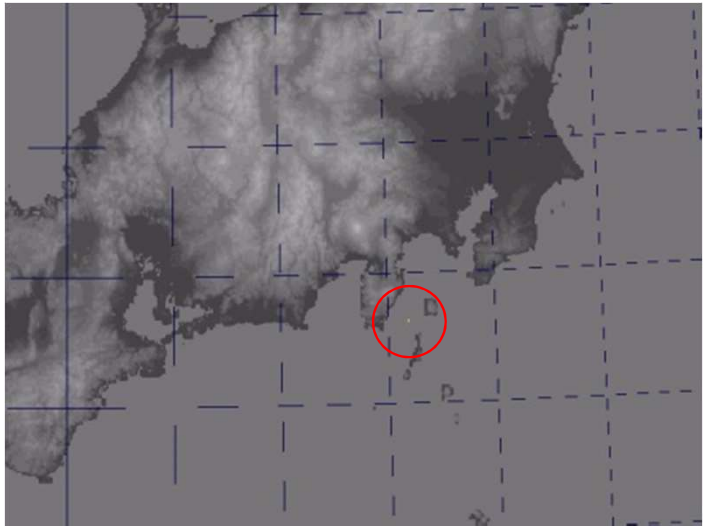
_20201029_024623

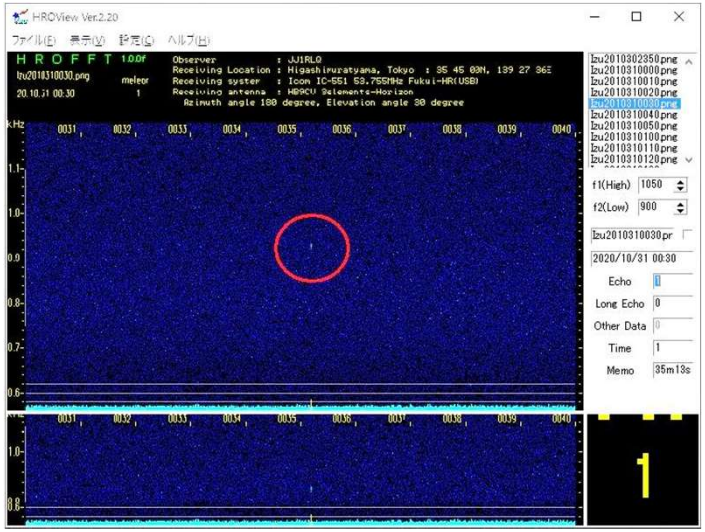
KN8　鈴木節雄さん（横浜）





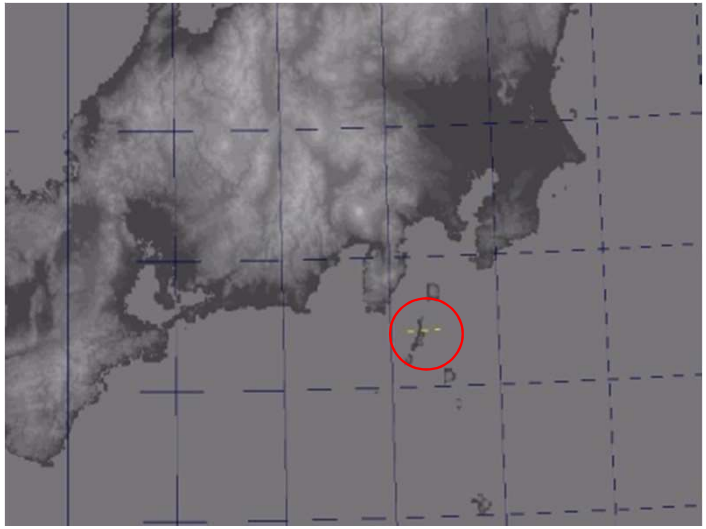
_20201031_003514

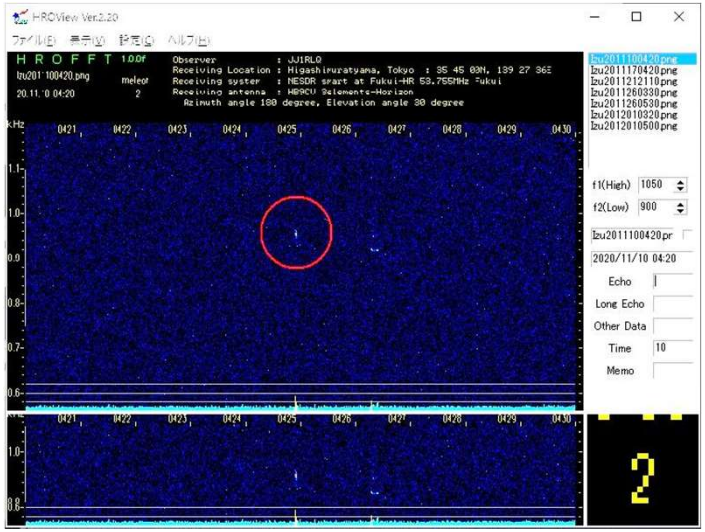




KNI　萩原さん（平塚）

_20201110_042453

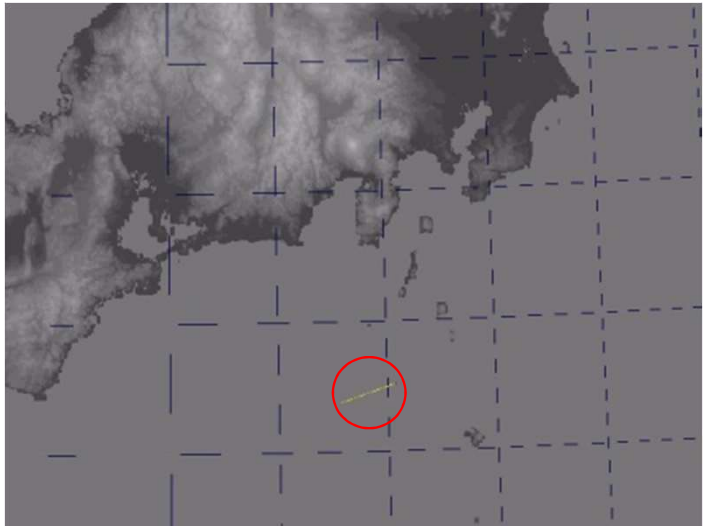




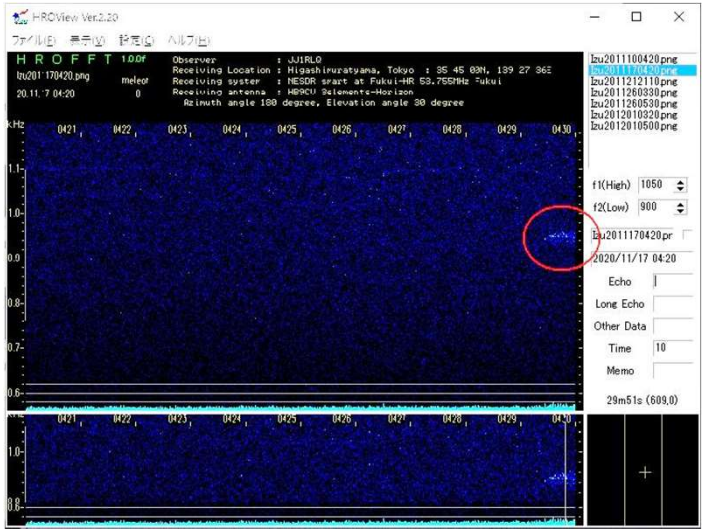
KN6　岡澤さん（茅ヶ崎）

_20201117_042926

KNI　萩原さん（平塚）

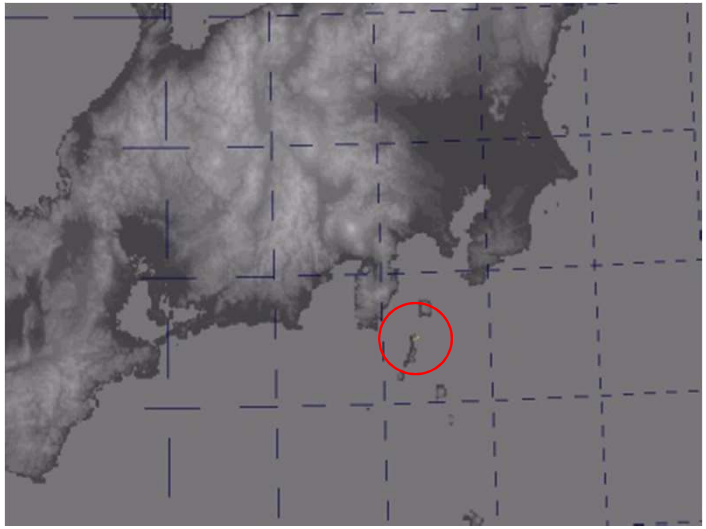


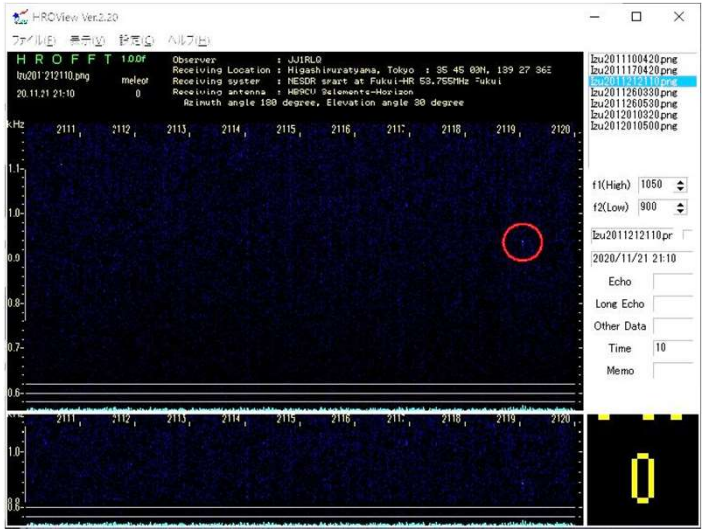
飛跡が長い



弱いエコーで０個のカウントです
長いエコーになっています

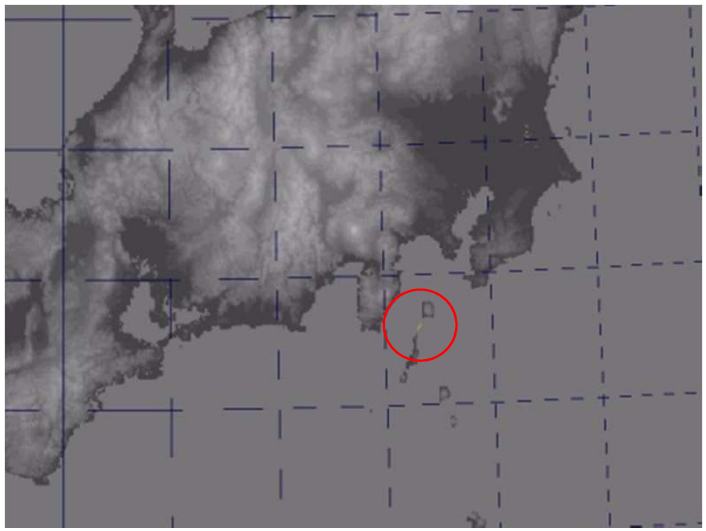
_20201121_211906

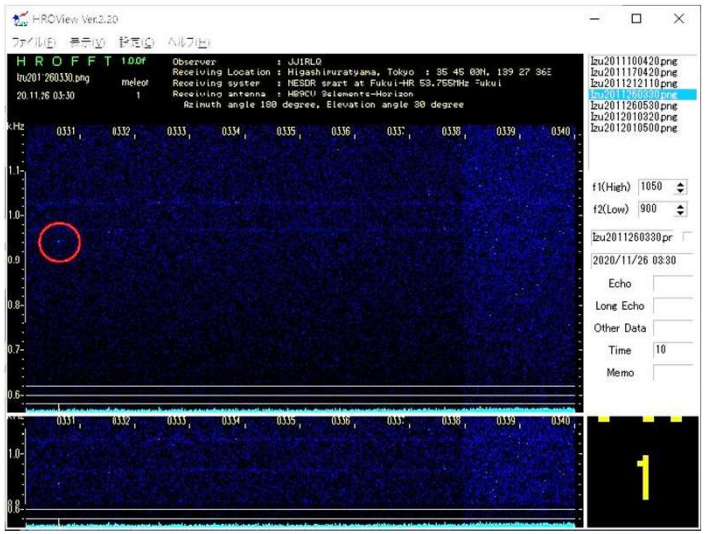




KND　横関さん（平塚）

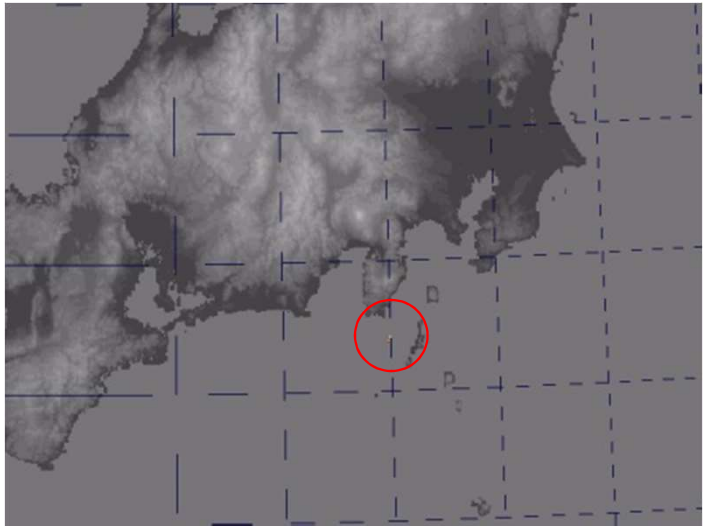
_20201126_033036

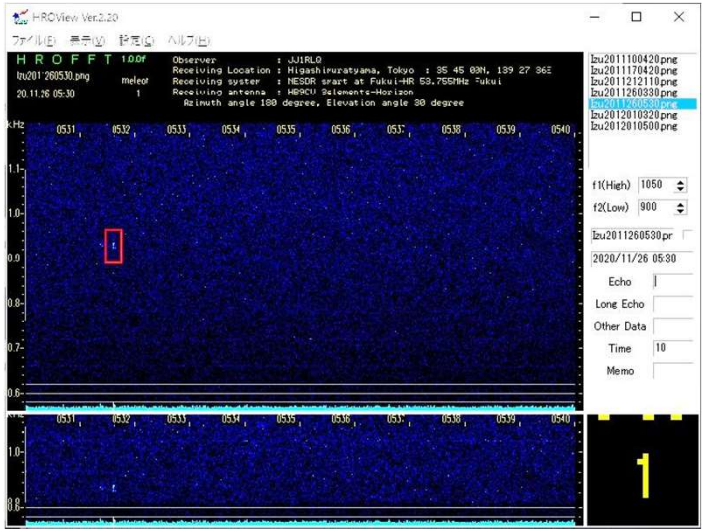




KN8　鈴木節雄さん（横浜）

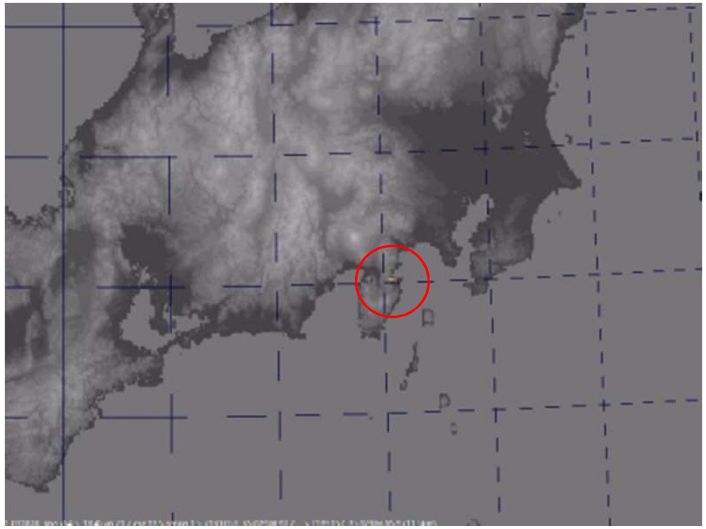
_20201126_053135

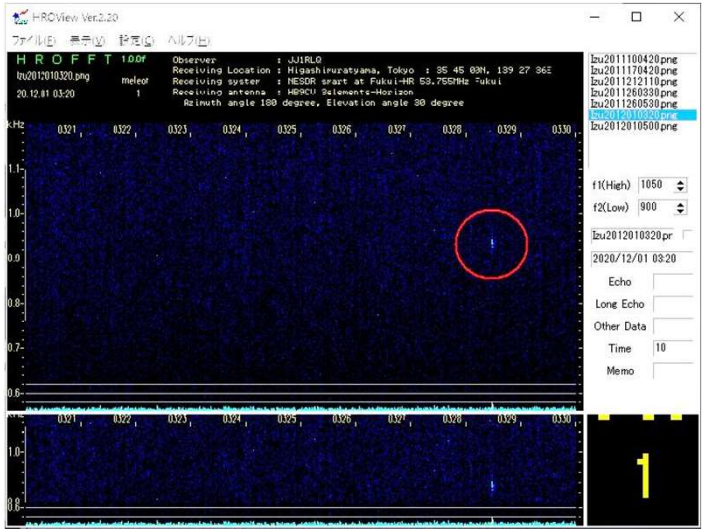




KNF　小林さん（平塚）

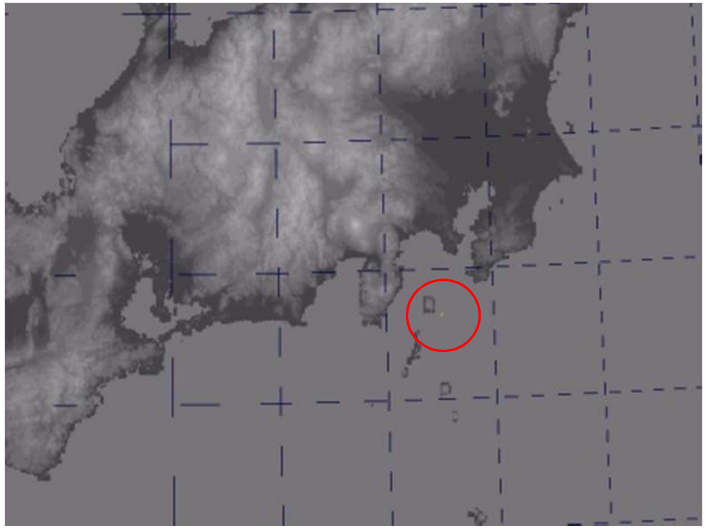
_20201201_032828

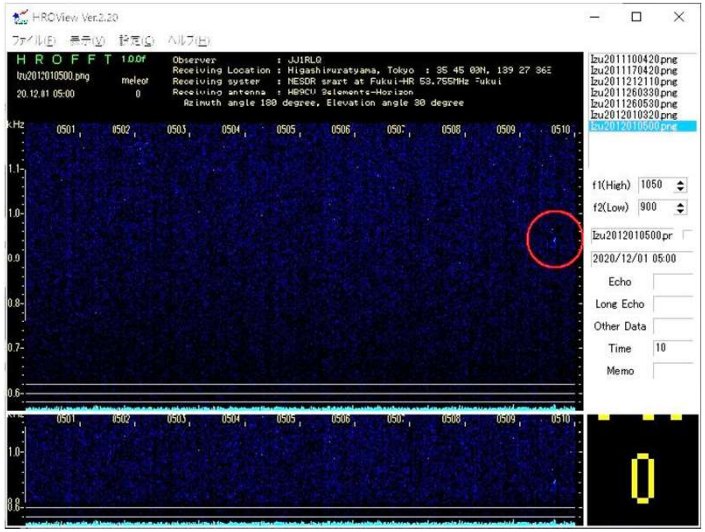




KN5　石井さん（平塚）

_20201201_050939

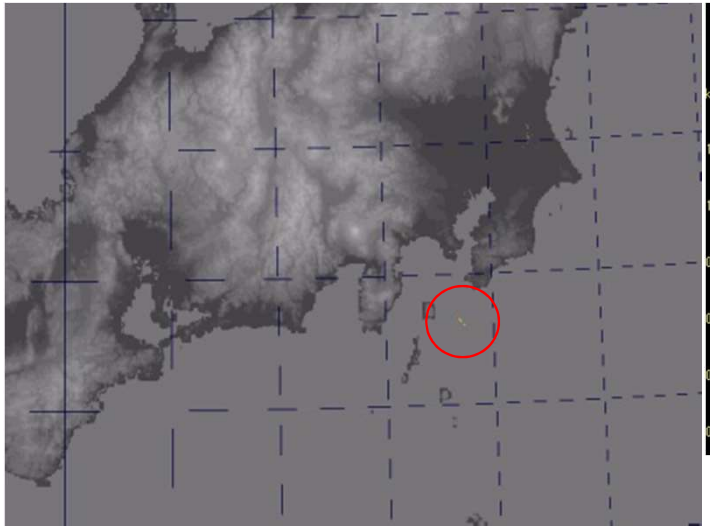




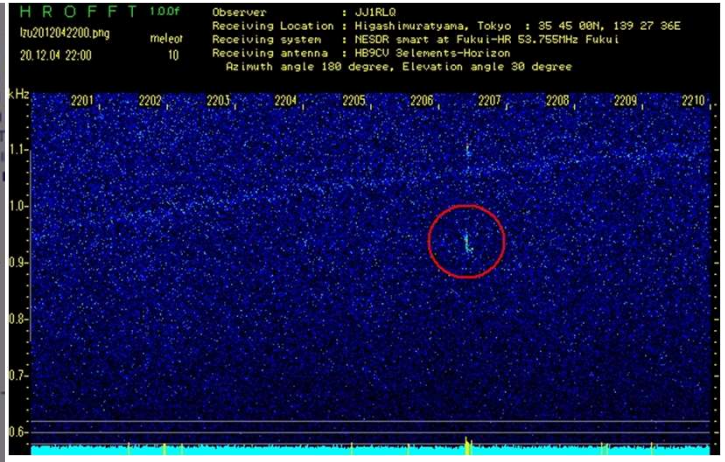
KN8　鈴木節雄さん（横浜）

_20201204_222623

KNH　戸村さん（藤沢）

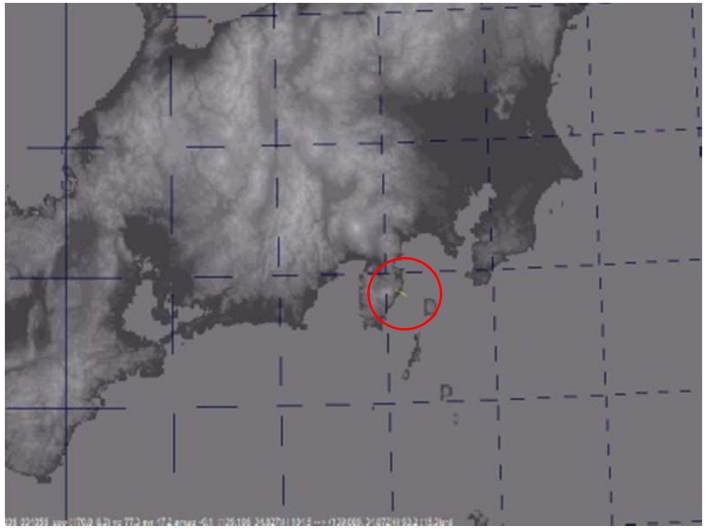


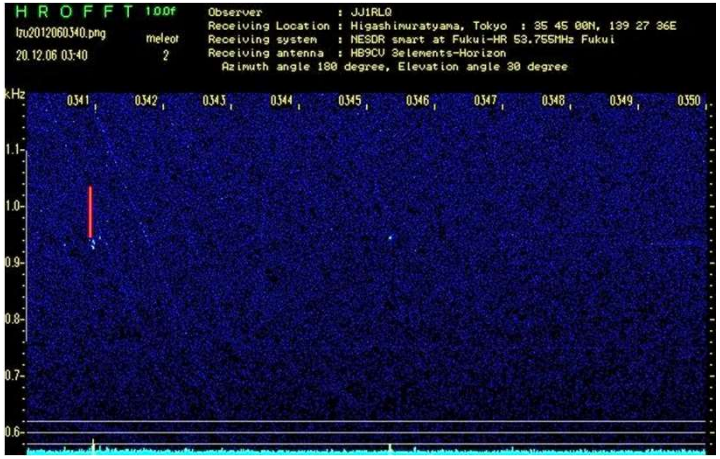
2.47等　　暗い
28.5km/s　遅い
98～83km　暗い流星の高度



エコーの周波数偏移が大きい

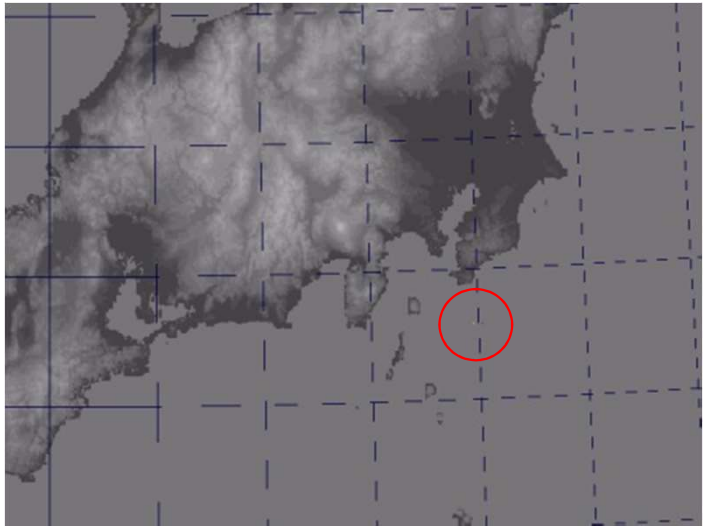
_20201206_034056

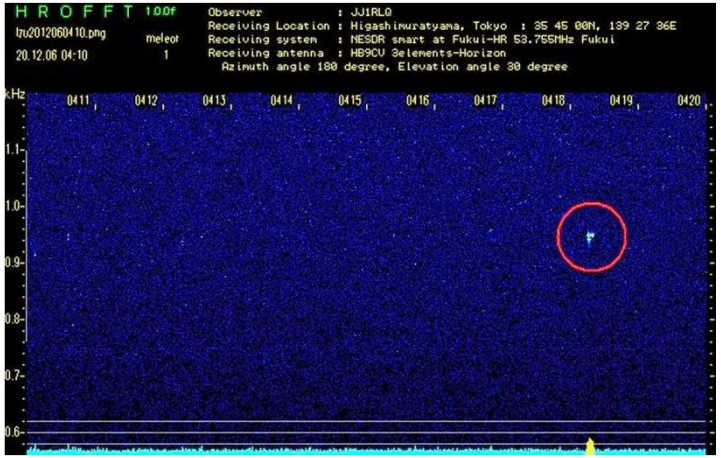




KN8　鈴木節雄さん（横浜）

_20201206_041815

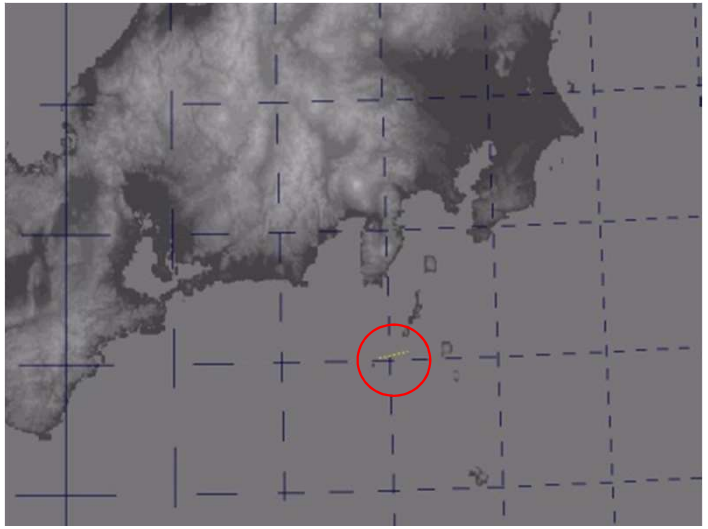




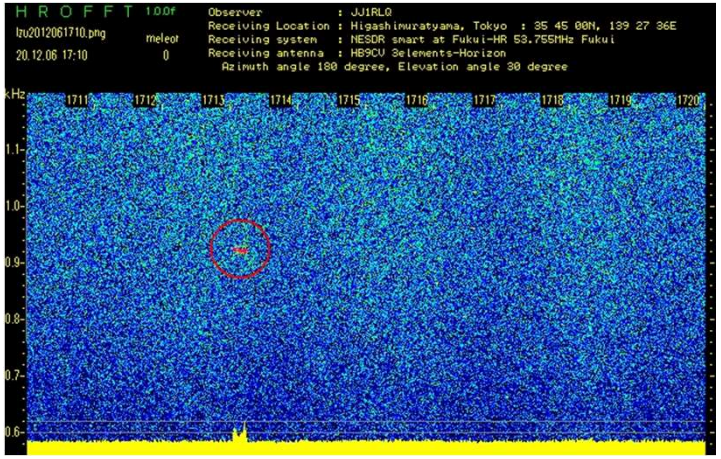
KN6　岡澤さん（茅ヶ崎）

_20201206_171302

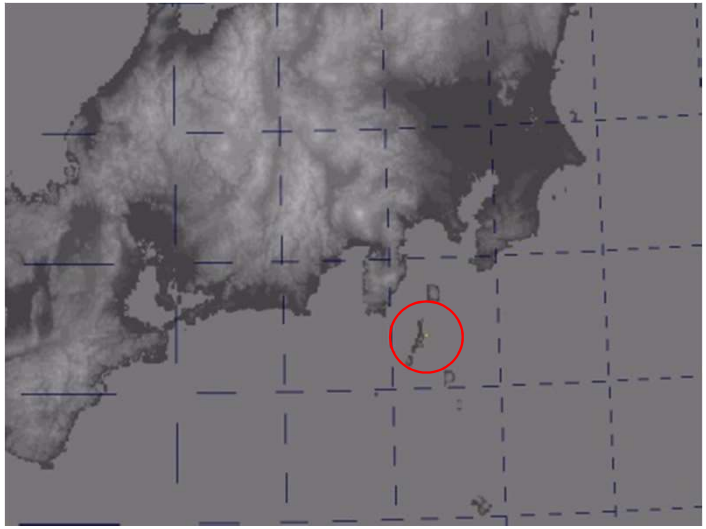
KNI　萩原さん（平塚）

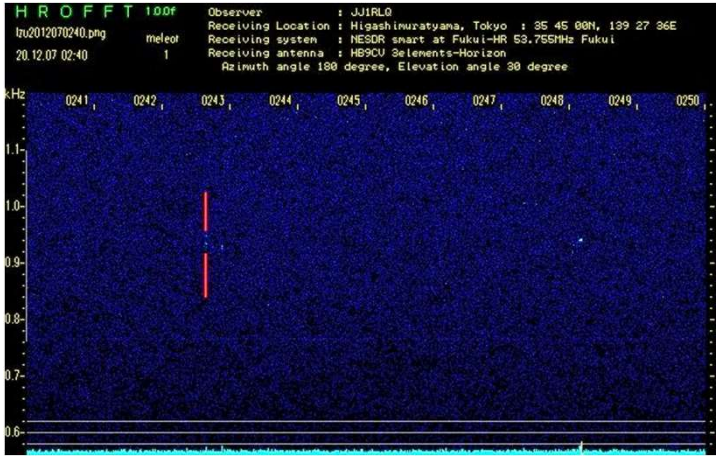


この付近に流星が現れると
強いエコーが受信されるの
だろうか？



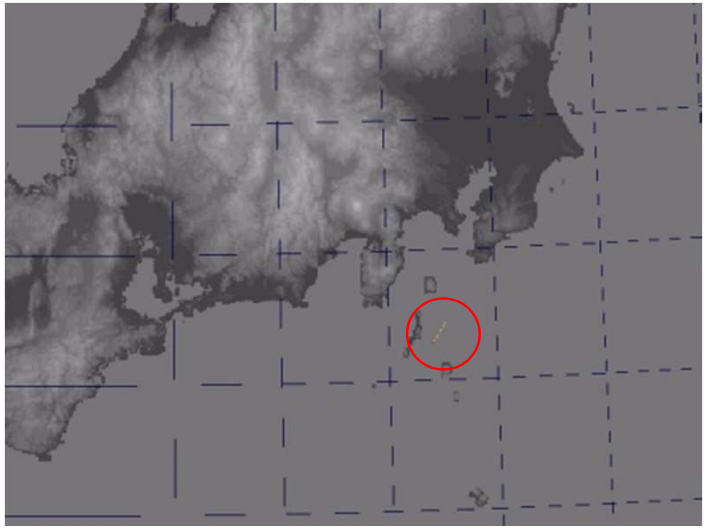
_20201207_024237





KNH　戸村さん（藤沢）

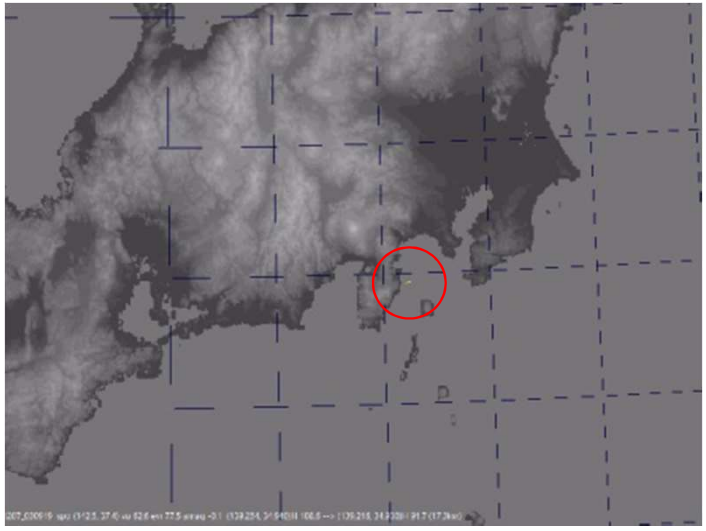
_20201207_030015



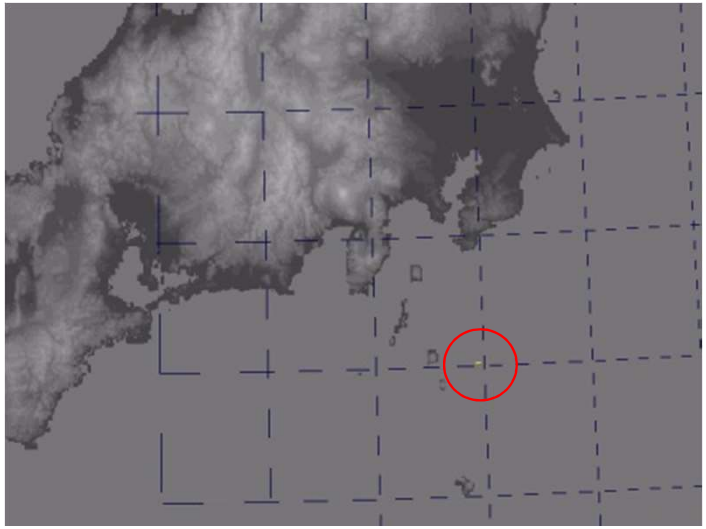
KNH　戸村さん（藤沢）

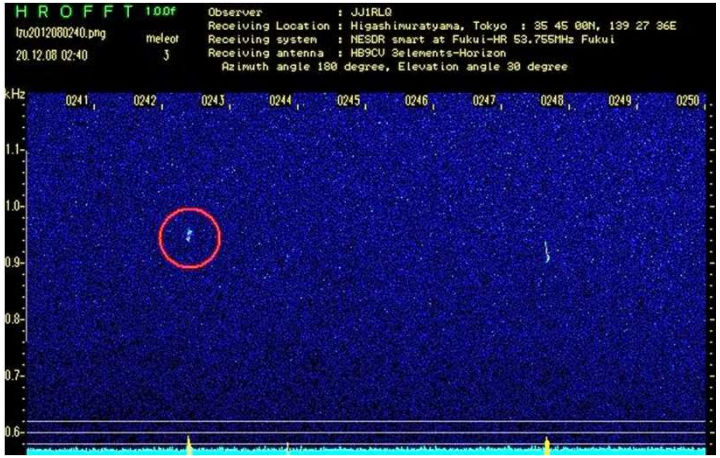
_20201207_030919

KN8　鈴木節雄さん（横浜）



_20201208_024221

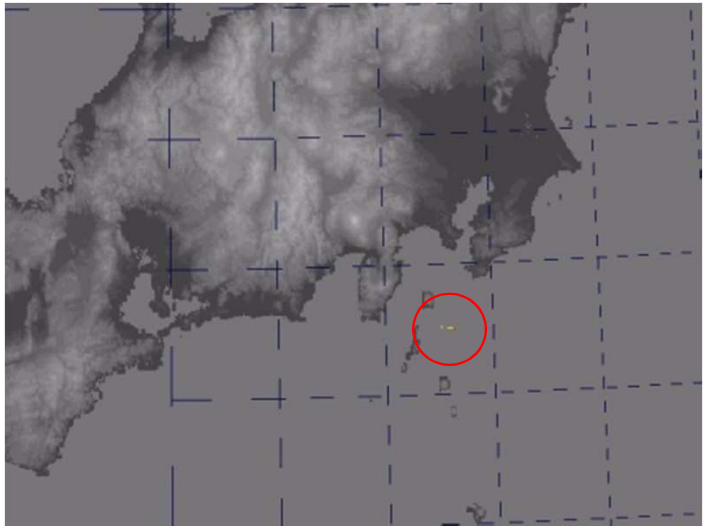


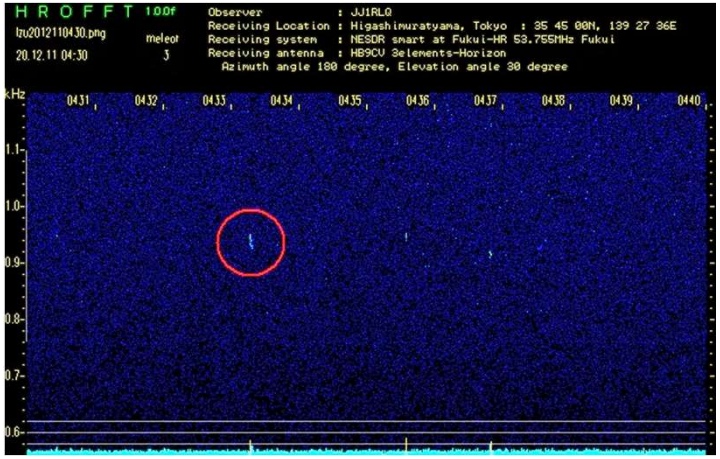


KNH　戸村さん（藤沢）

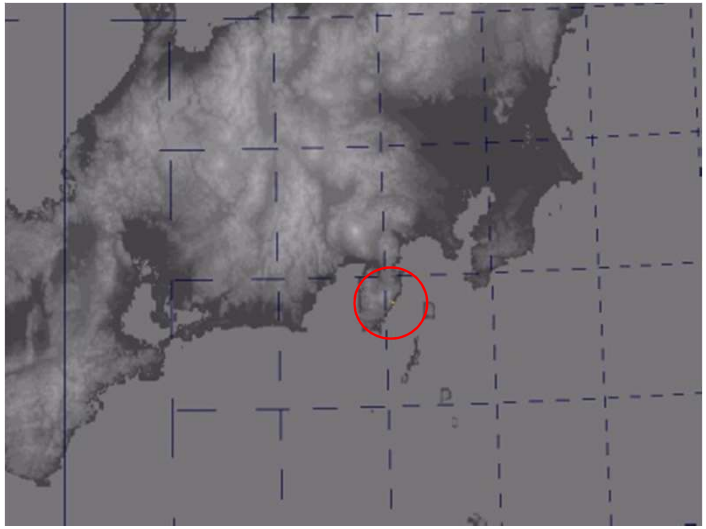
_20201211_043316

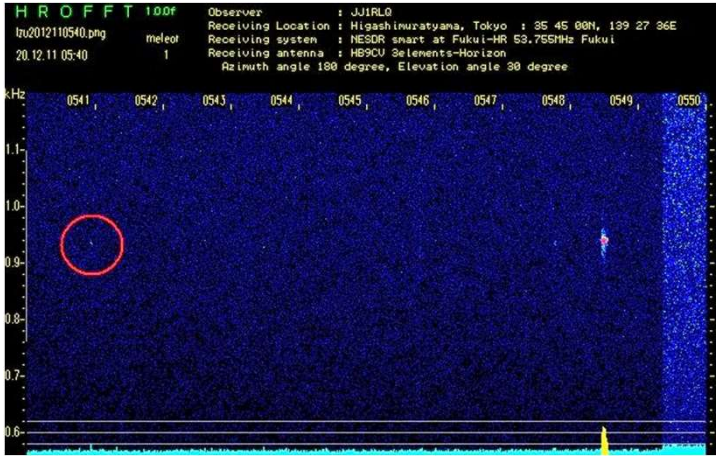
KN8　鈴木節雄さん（横浜）





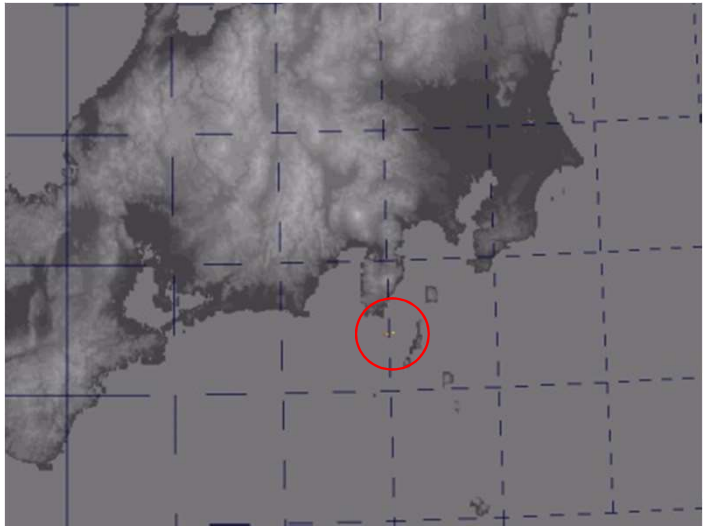
_20201211_054058

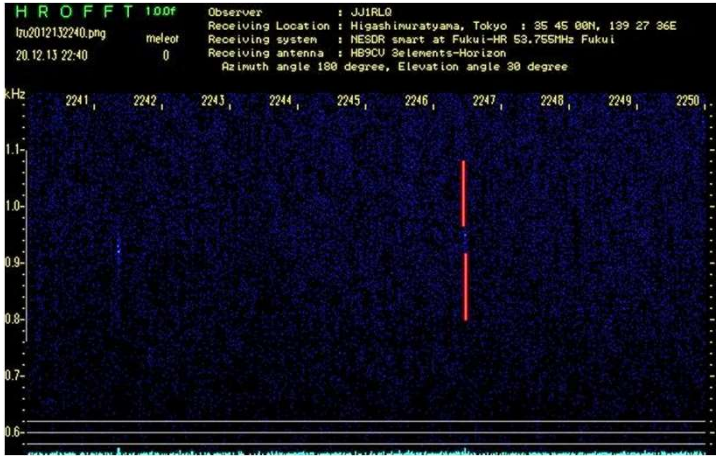




KN6　岡澤さん（茅ヶ崎）

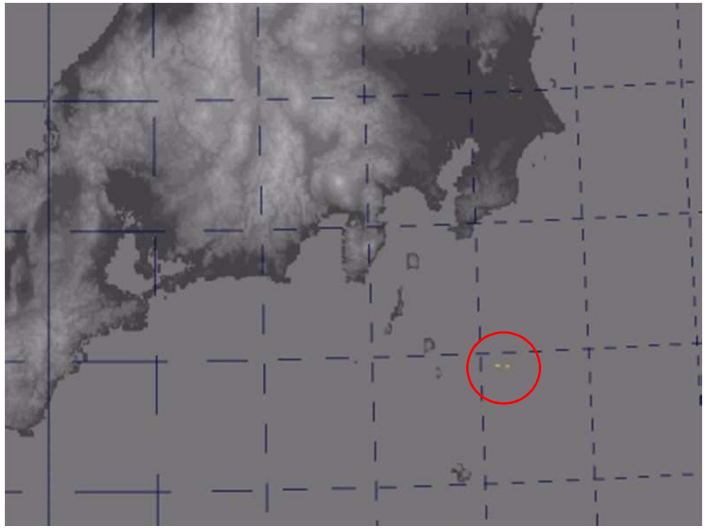
_20201213_224629

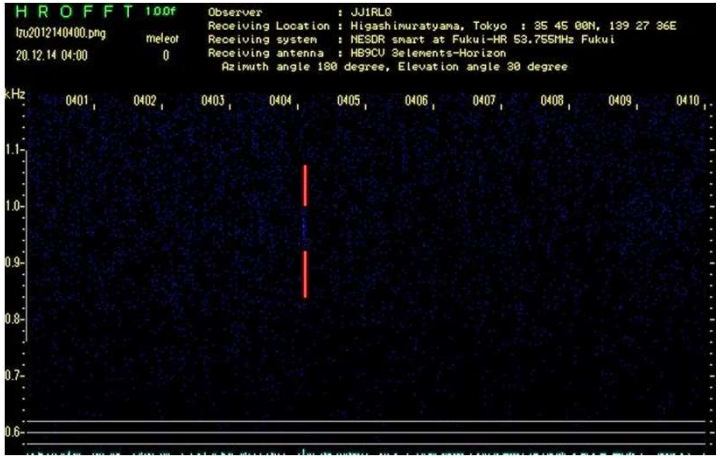




KNH　戸村さん（藤沢）

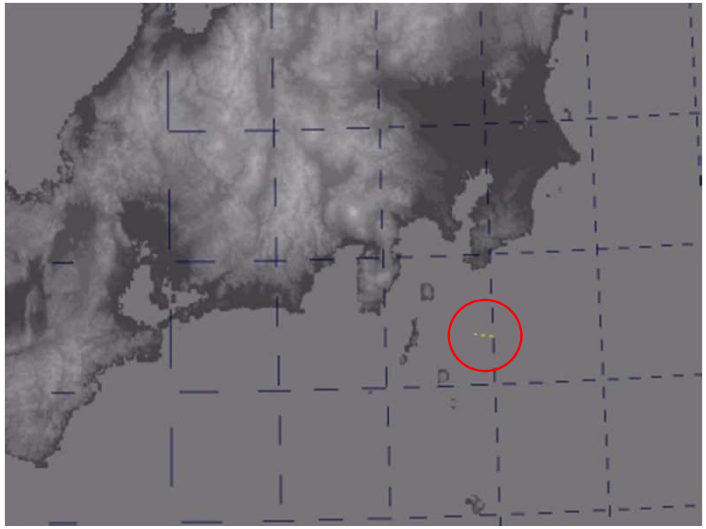
_20201214_040404

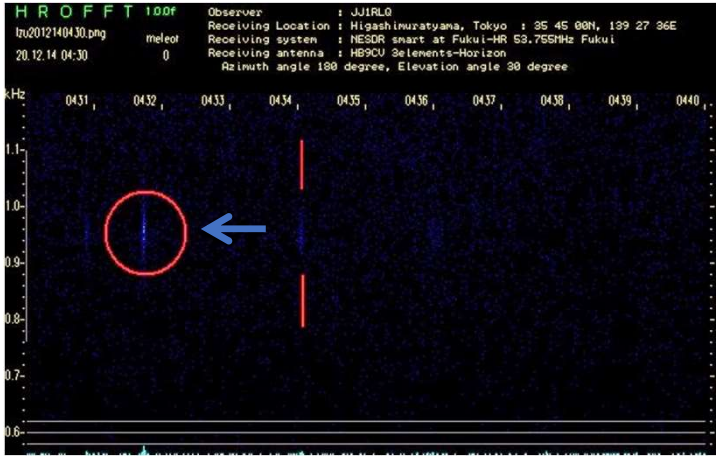




KN6　岡澤さん（茅ヶ崎）

_20201214_043141

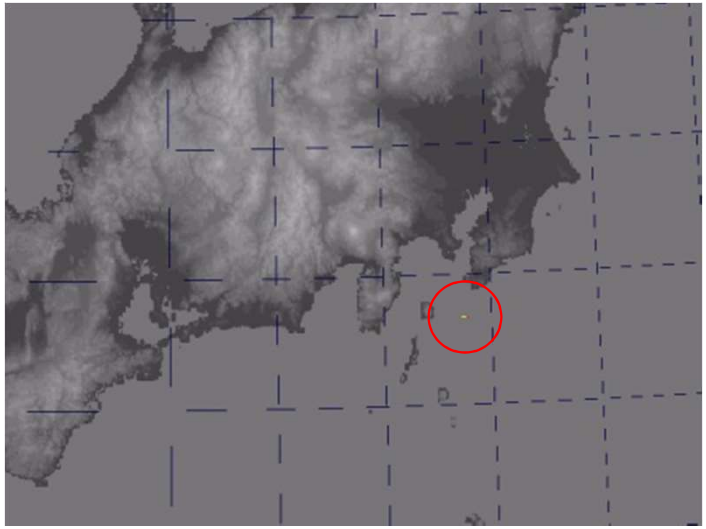


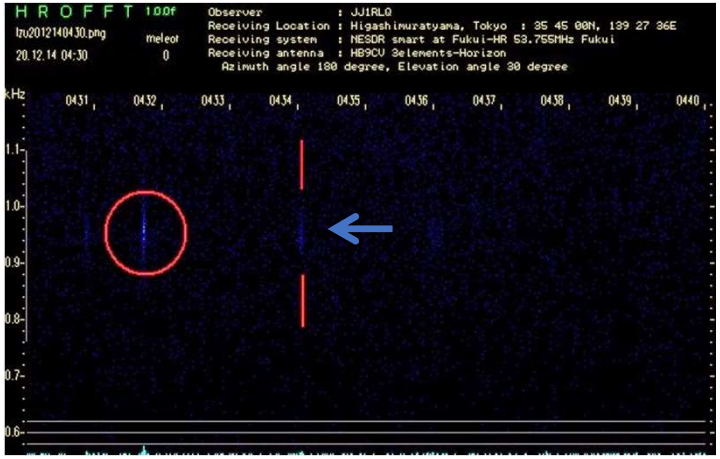


KNH　戸村さん（藤沢）

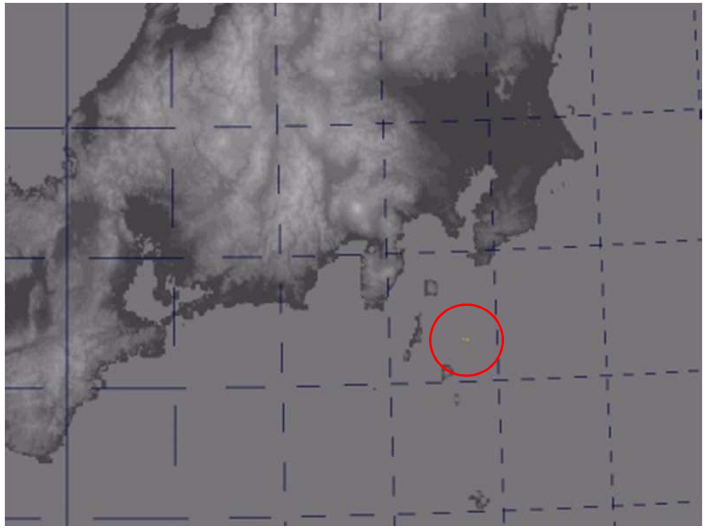
_20201214_043401

KN8　鈴木節雄さん（横浜）



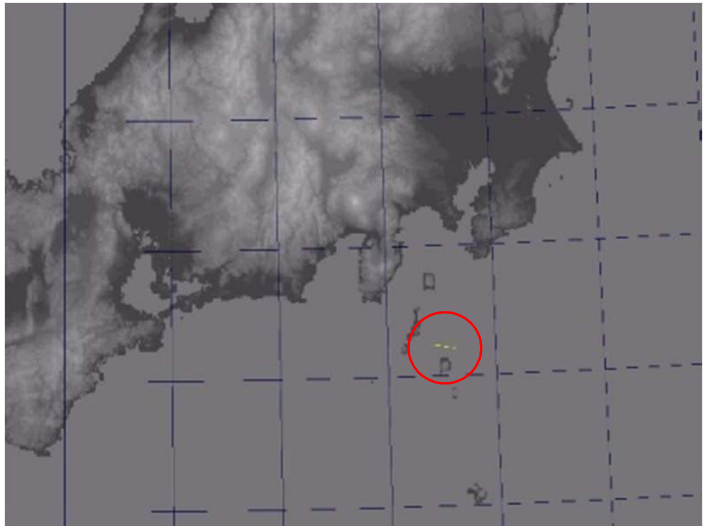


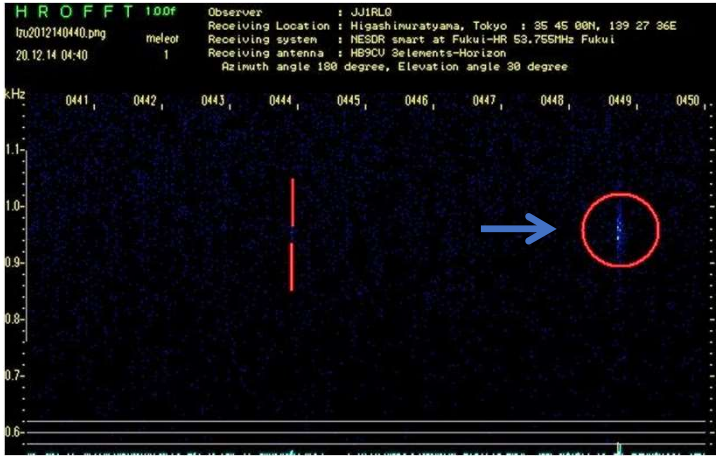
_20201214_044354



KN6　岡澤さん（茅ヶ崎）

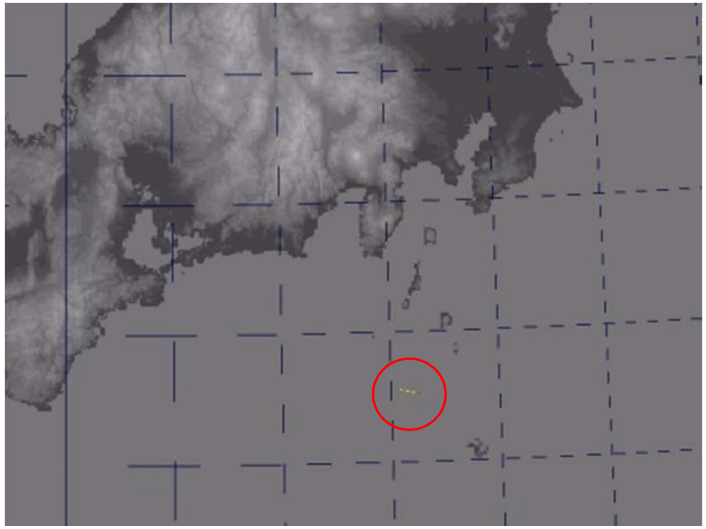
_20201214_044842

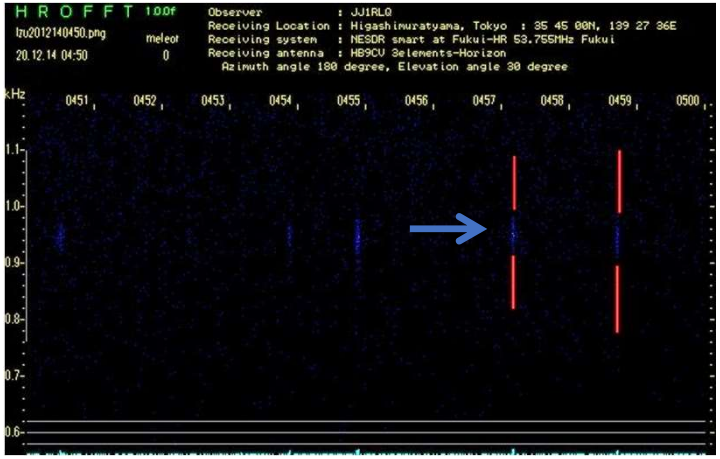




KN6　岡澤さん（茅ヶ崎）

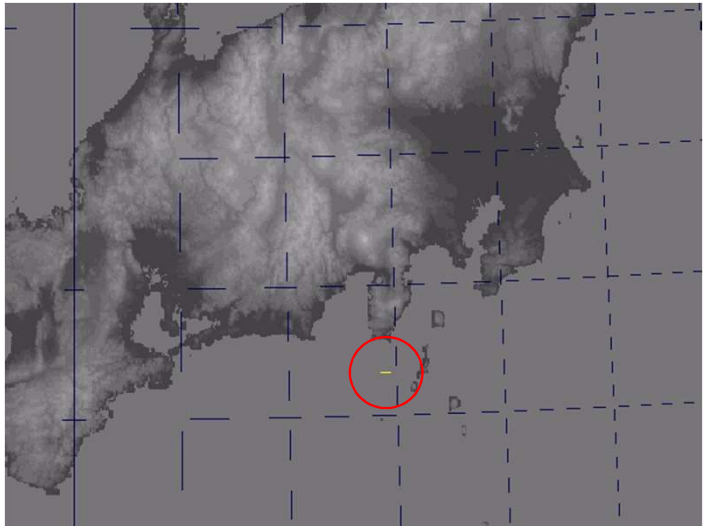
_20201214_045709

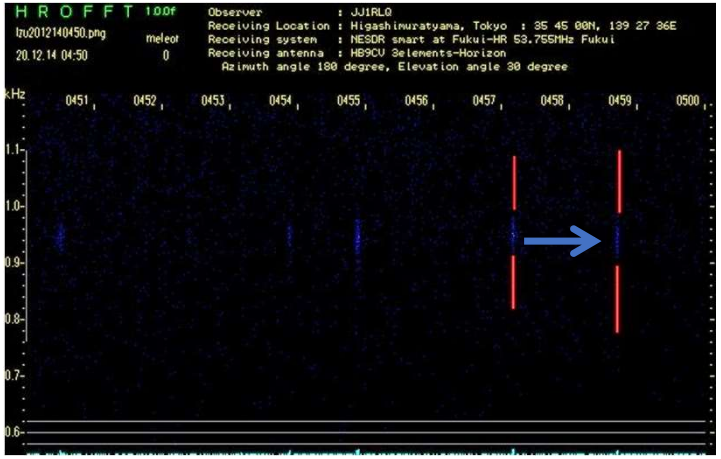




KN6　岡澤さん（茅ヶ崎）

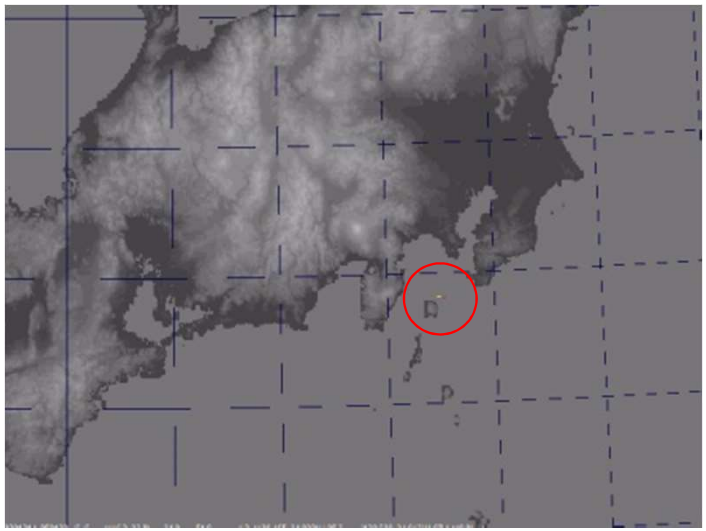
_20201214_045846

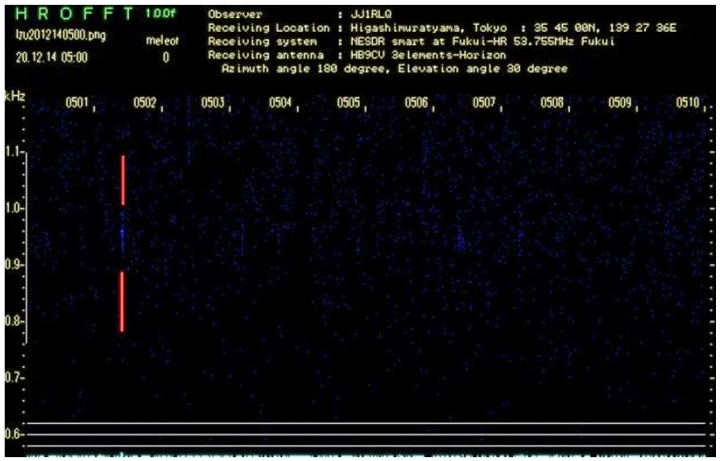




KN6　岡澤さん（茅ヶ崎）

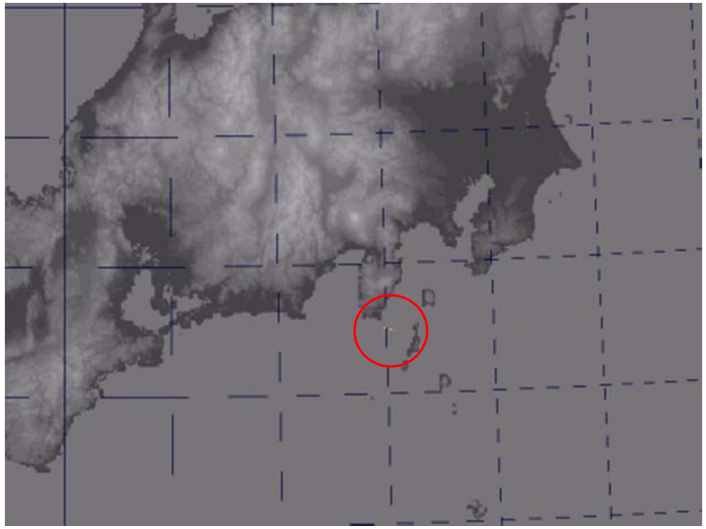
_20201214_050123

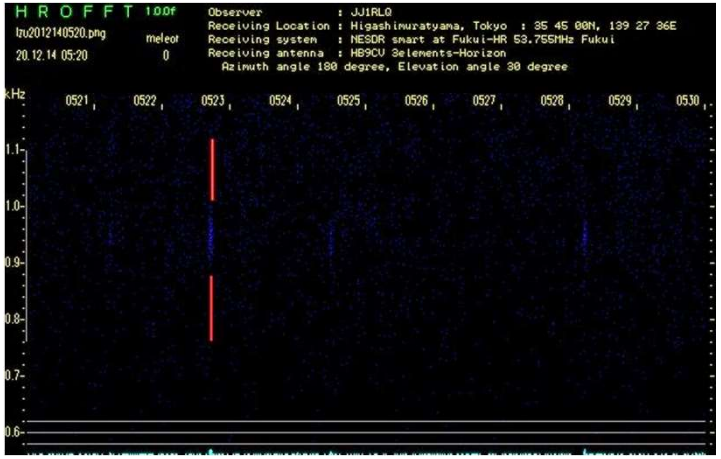




KN8　鈴木節雄さん（横浜）

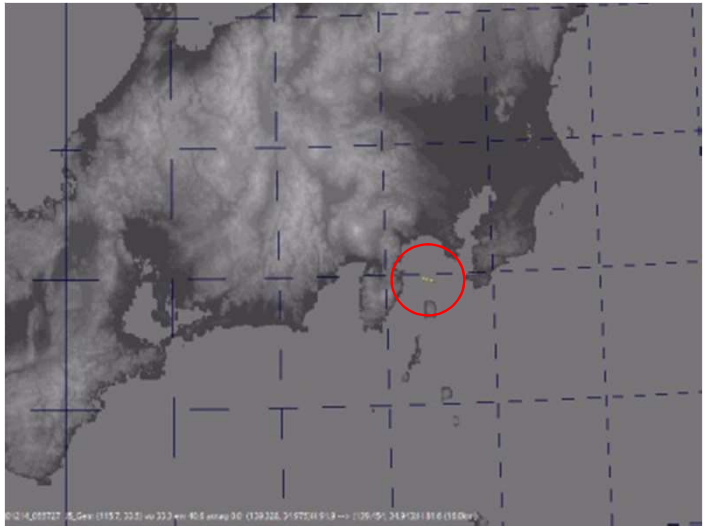
_20201214_052240





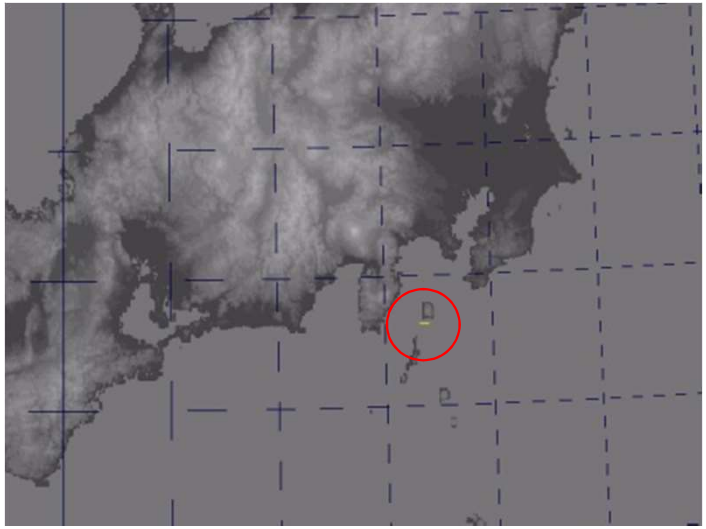
KNH　戸村さん（藤沢）

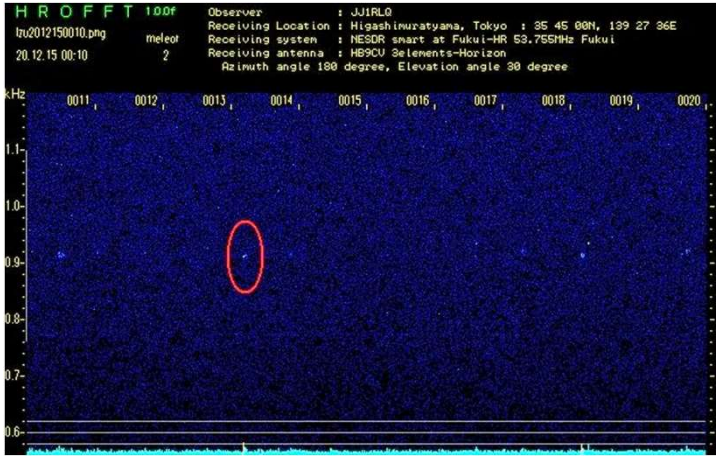
_20201214_055727



KN8　鈴木節雄さん（横浜）

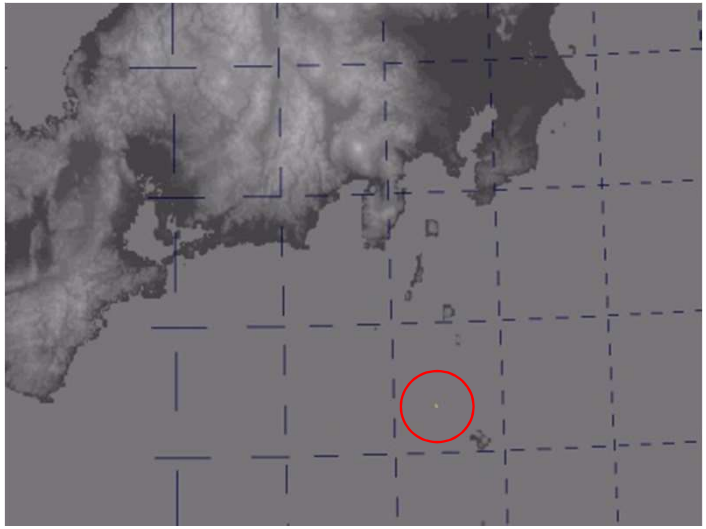
_20201215_001317





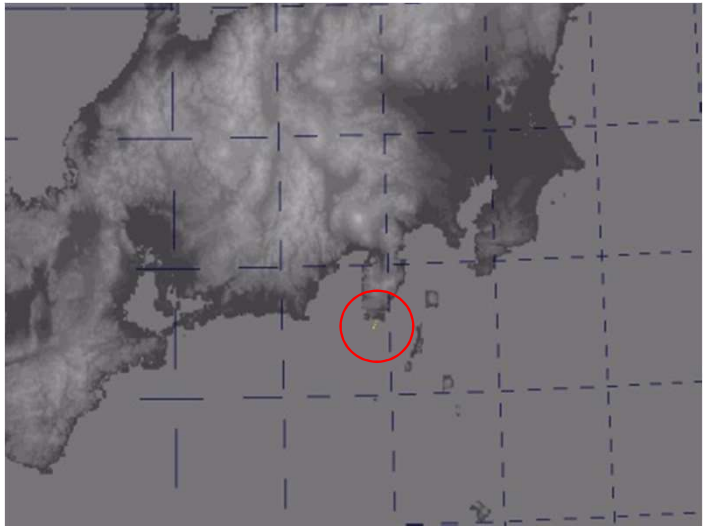
KNH　戸村さん（藤沢）

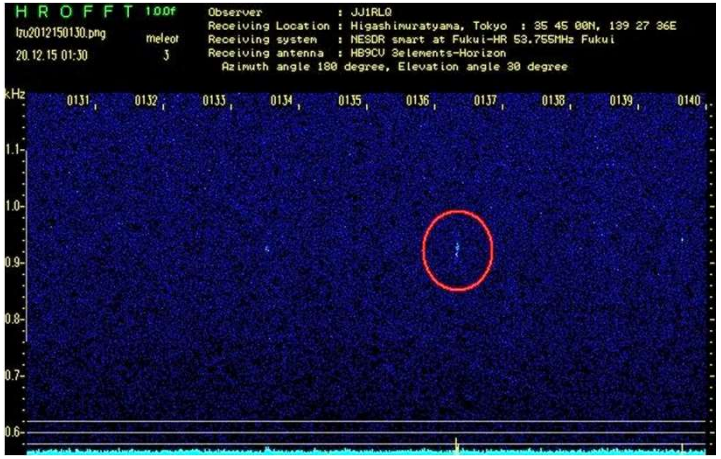
_20201215_004901



KNH　戸村さん（藤沢）

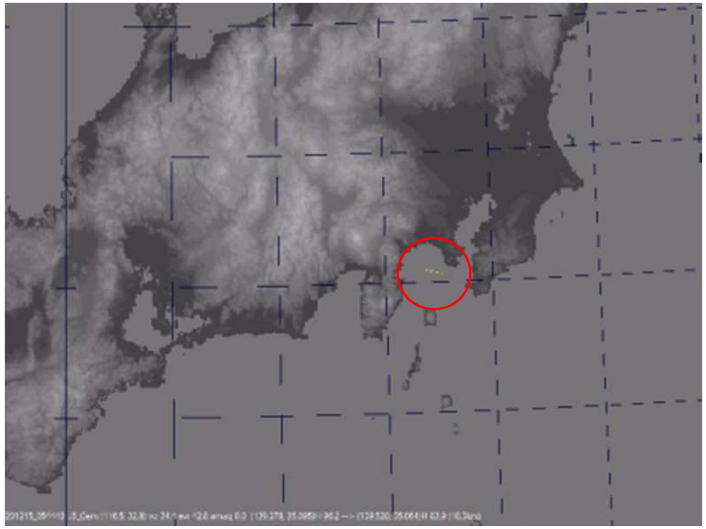
_20201215_013618

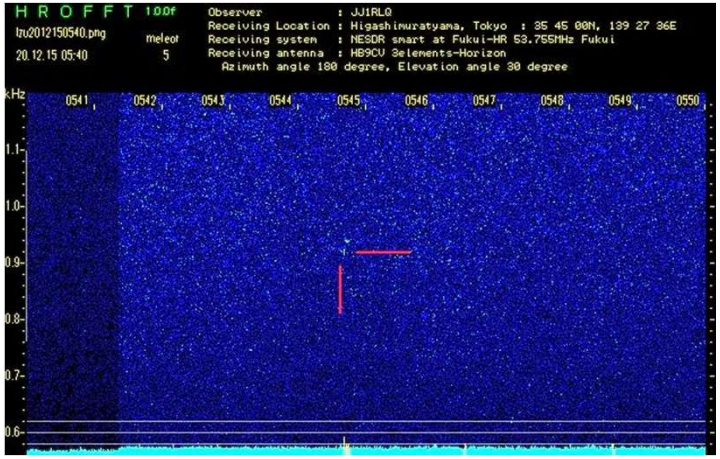




KNH　戸村さん（藤沢）

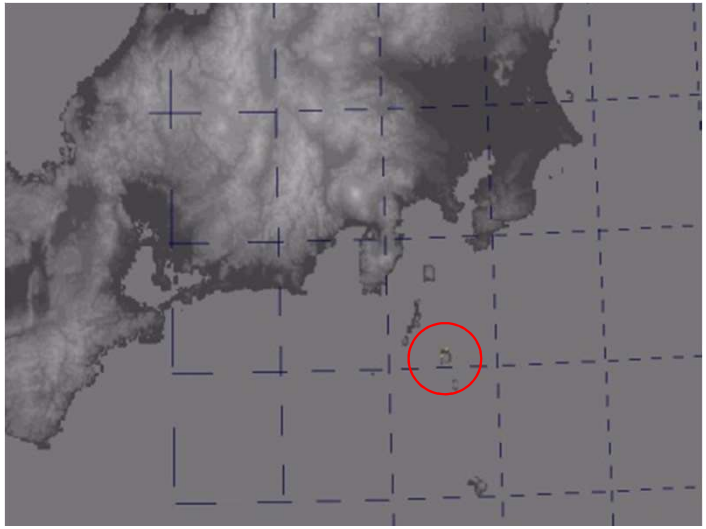
_20201215_054440

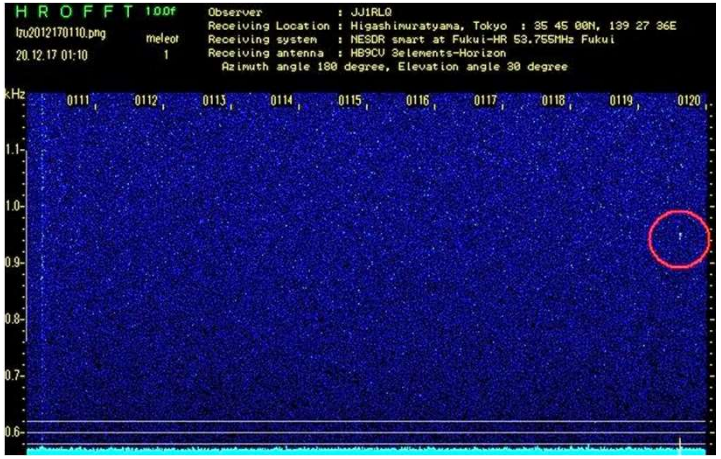




KN8　鈴木節雄さん（横浜）

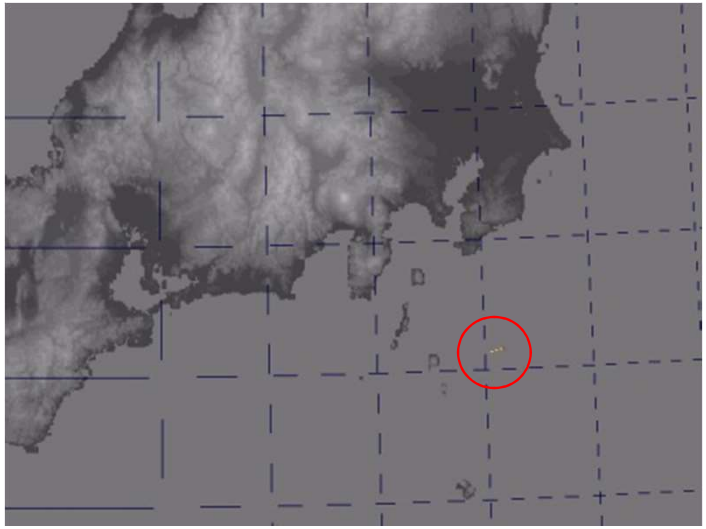
_20201217_011936

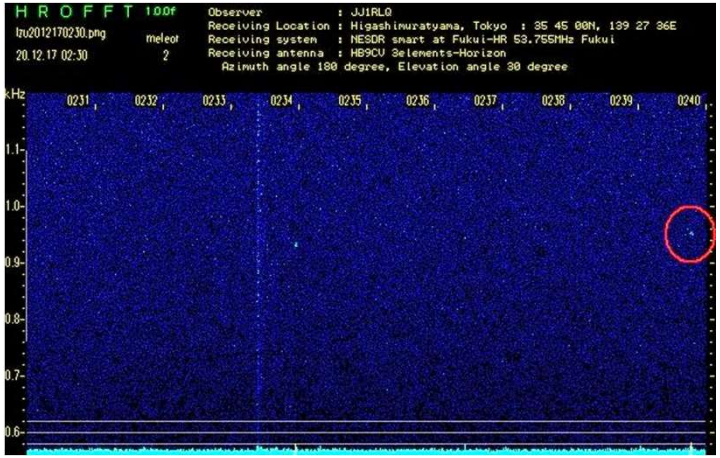




KNH　戸村さん（藤沢）

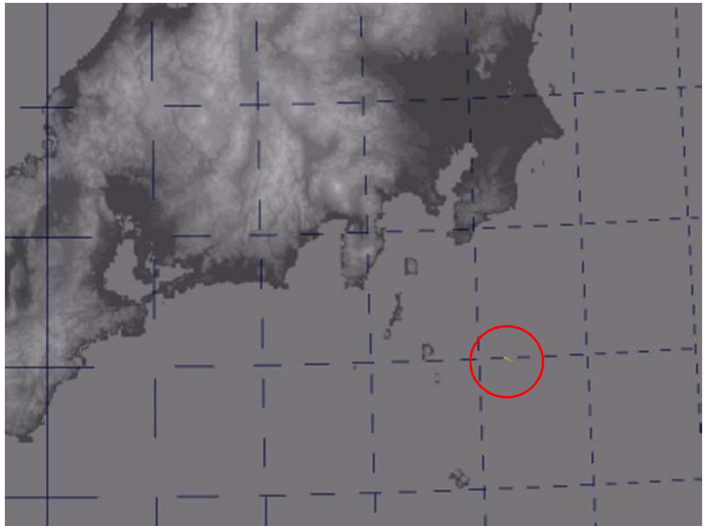
_20201217_023946





KN6　岡澤さん（茅ヶ崎）

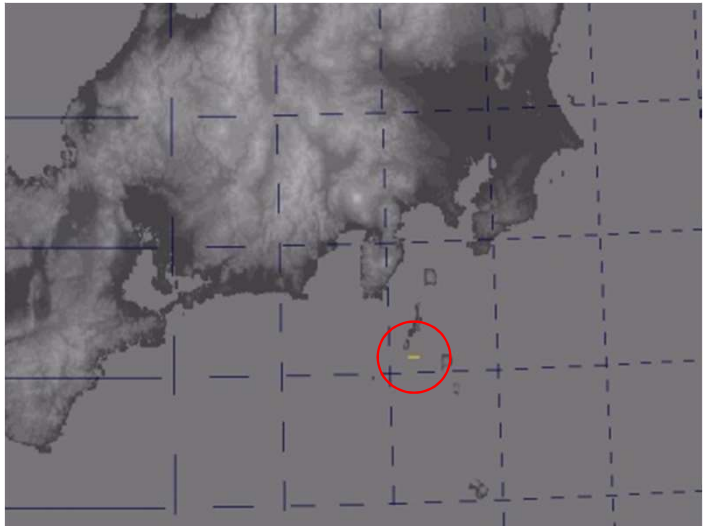
_20201219_001426

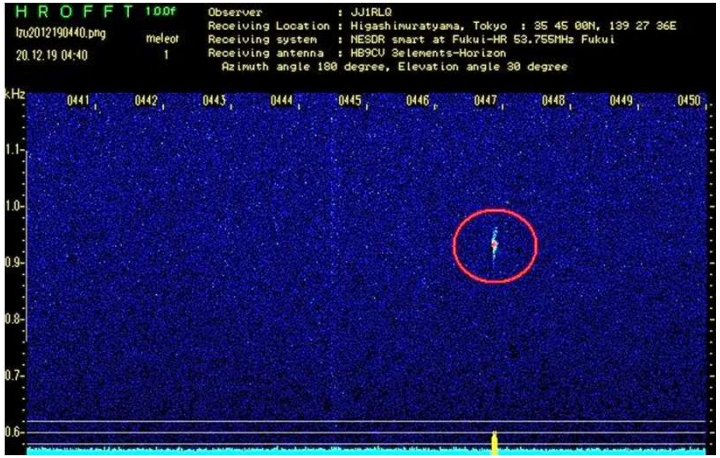


KN9　永井（茅ヶ崎）スペクトル画像

スペクトルはこの１枚だけでした

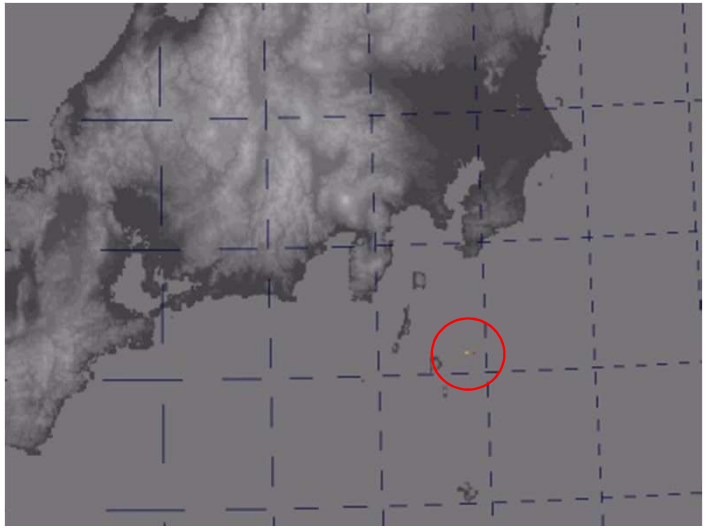
_20201219_044650

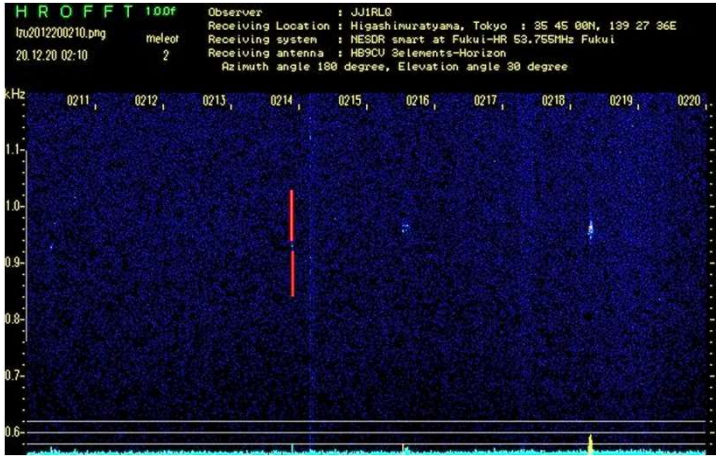




KN6　岡澤さん（茅ヶ崎）

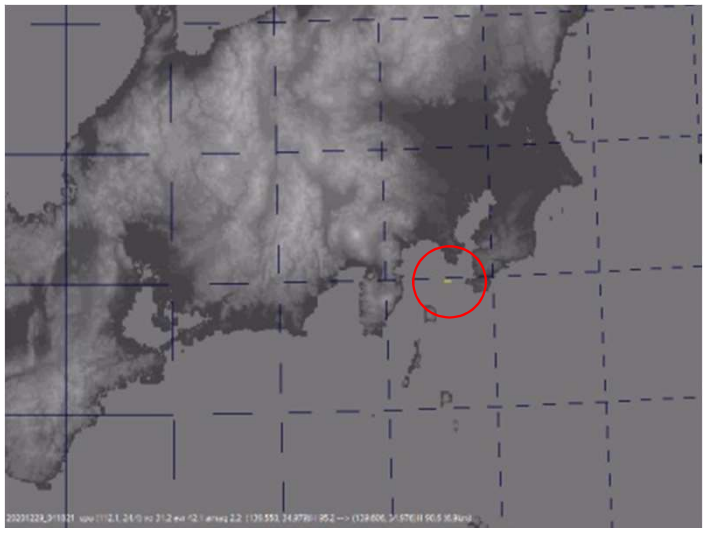
_20201220_021353

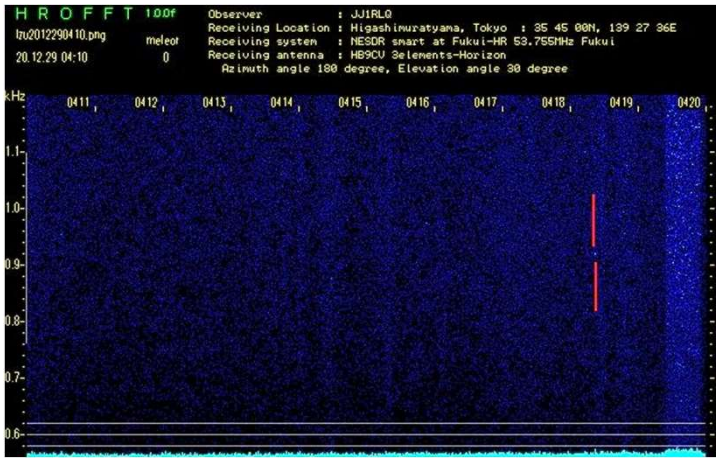




KNH　戸村さん（藤沢）

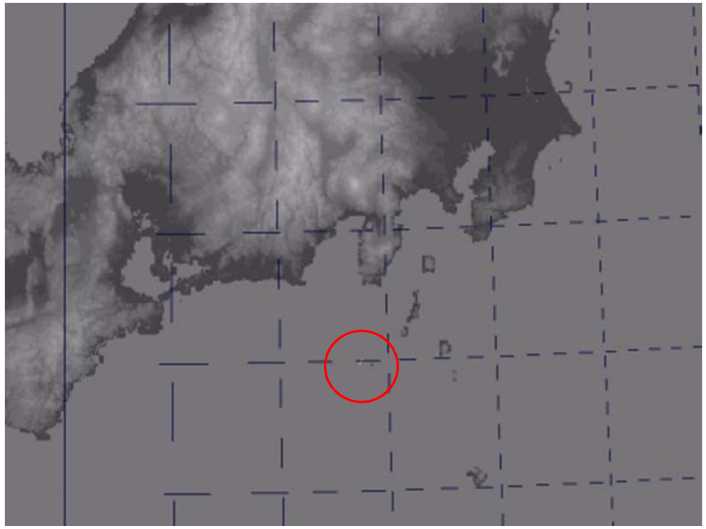
_20201229_041821





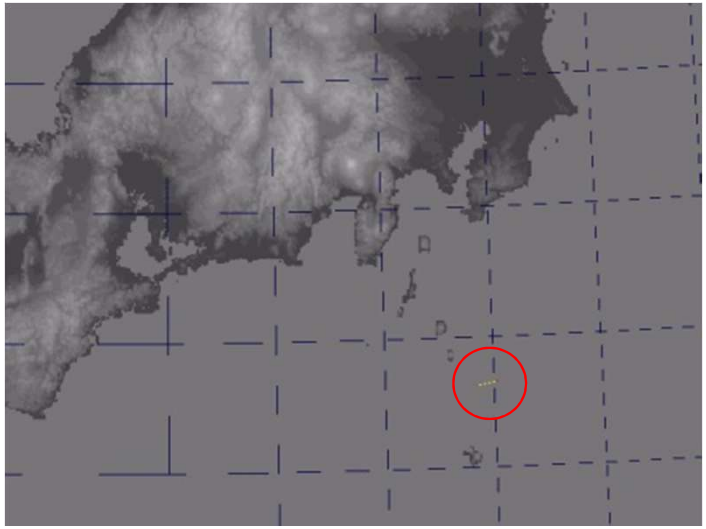
KN8　鈴木節雄さん（横浜）

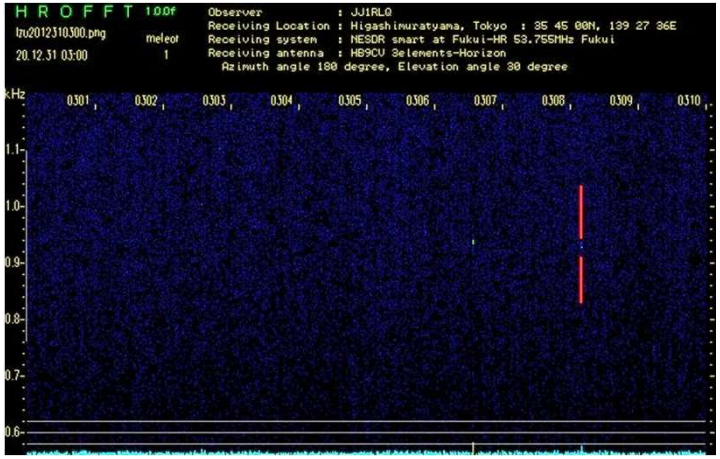
_20201231_025326



KNH　戸村さん（藤沢）

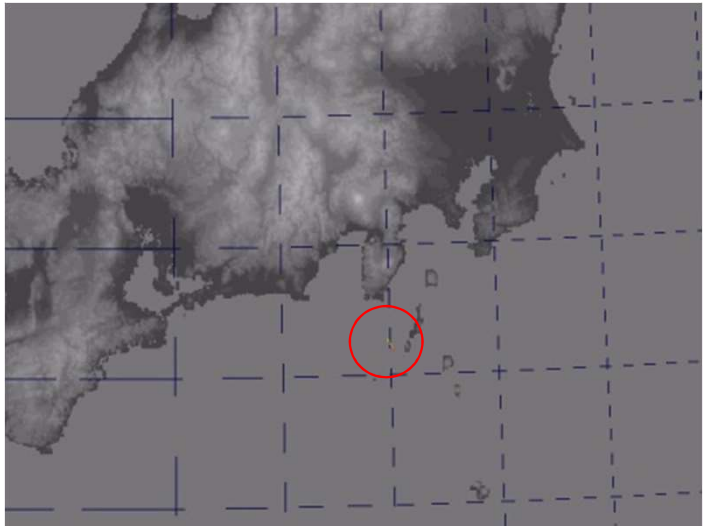
_20201231_030809

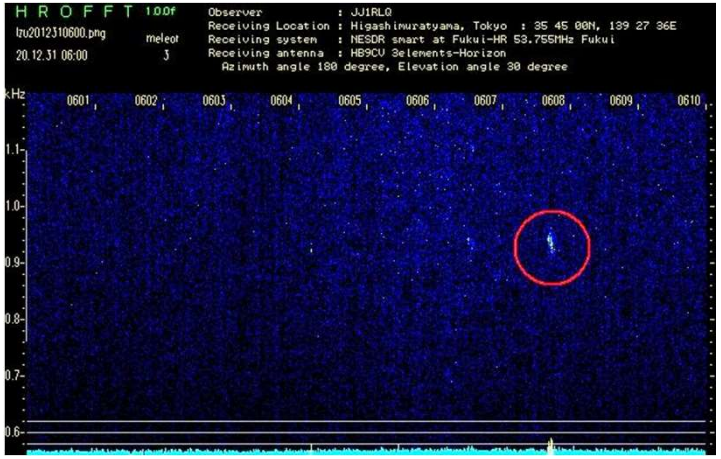




KNH　戸村さん（藤沢）

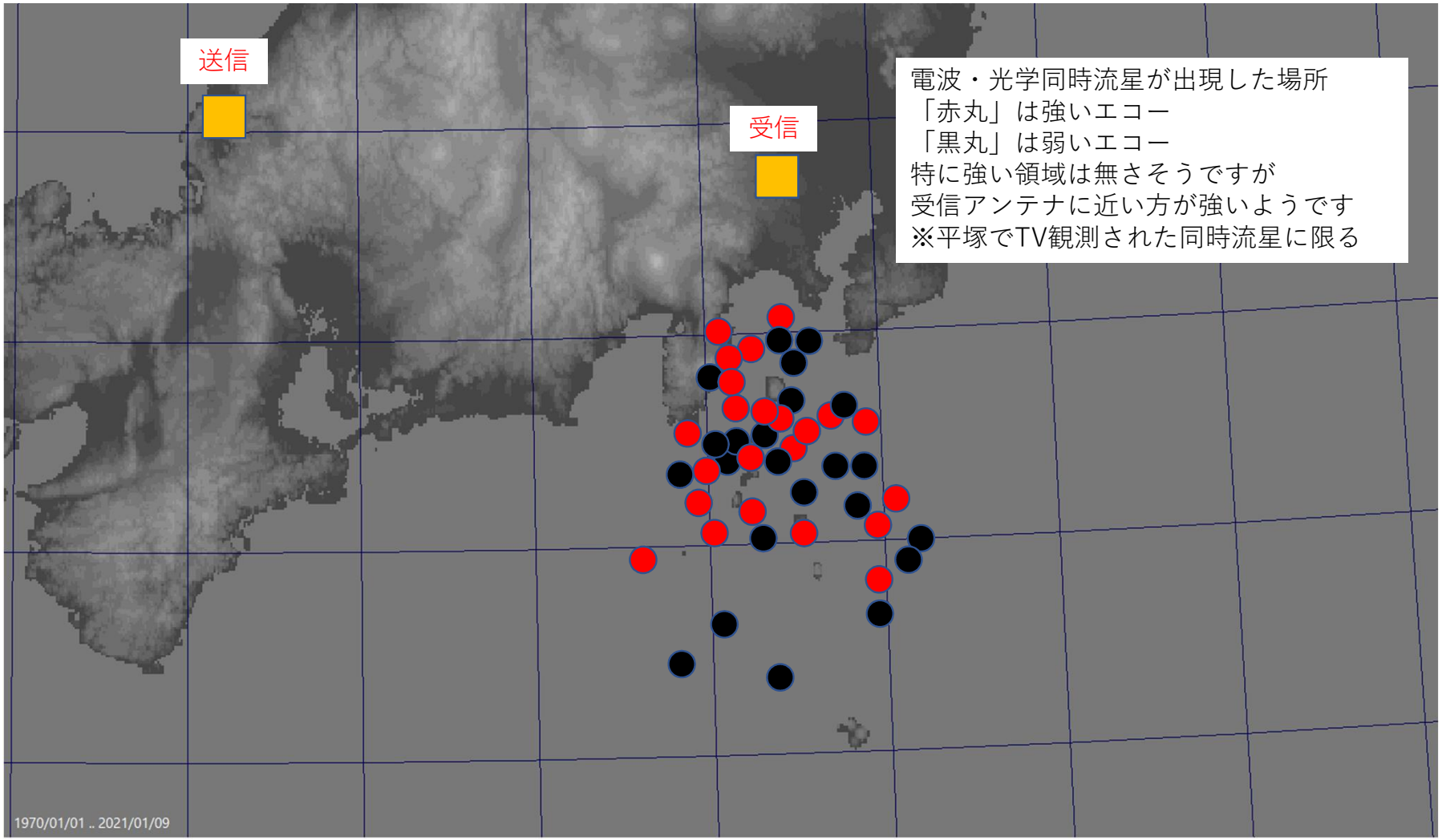
_20201231_060740



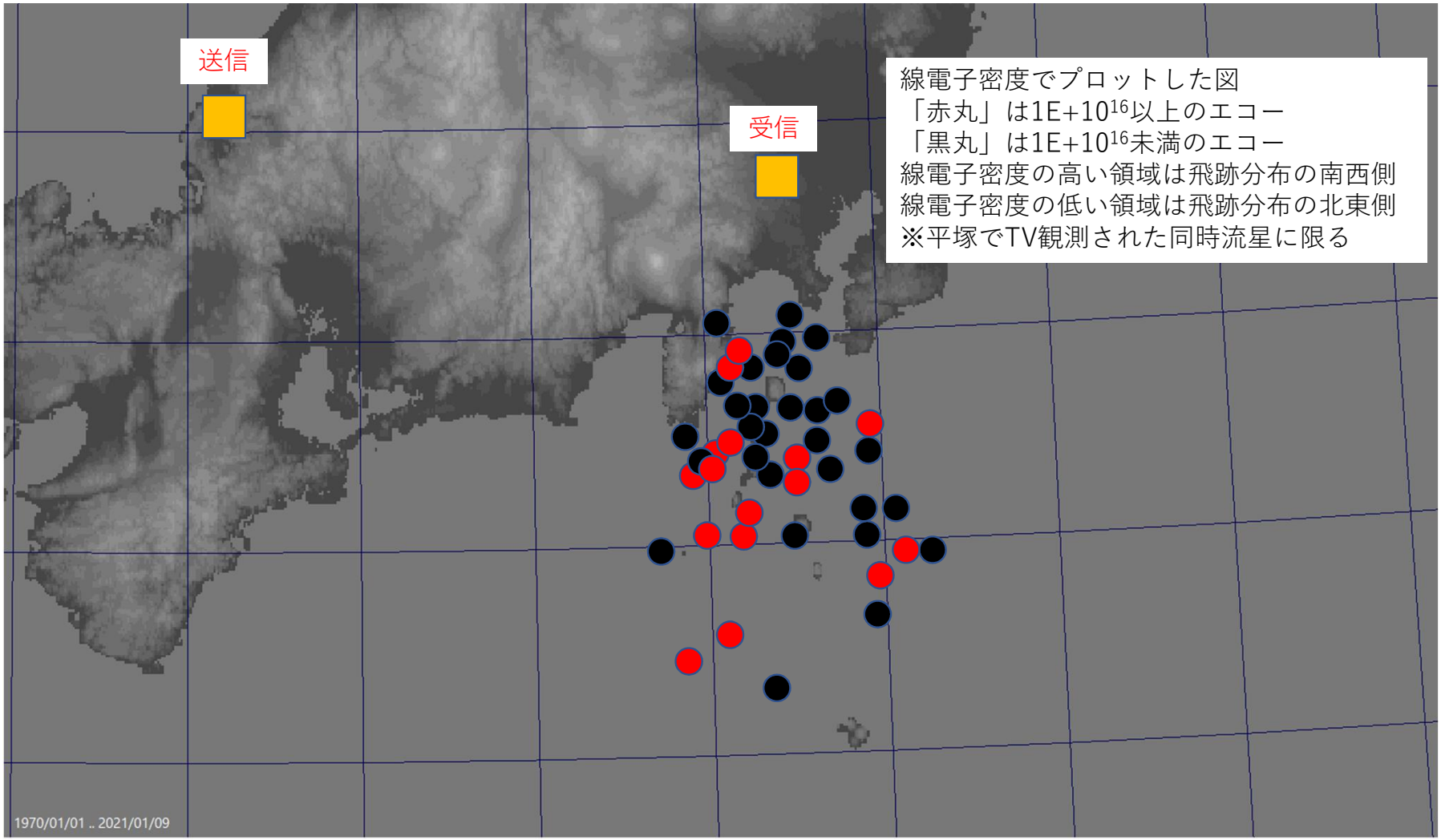


KN6　岡澤さん（茅ヶ崎）

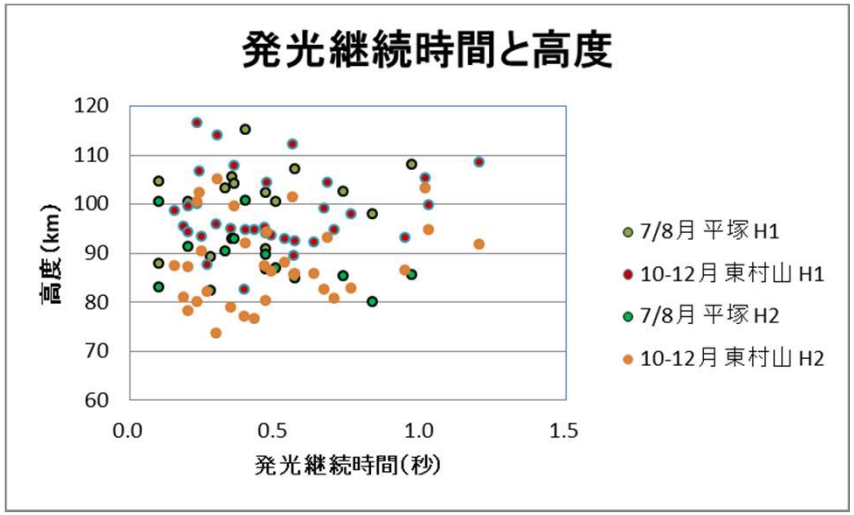
強いエコーになる領域は

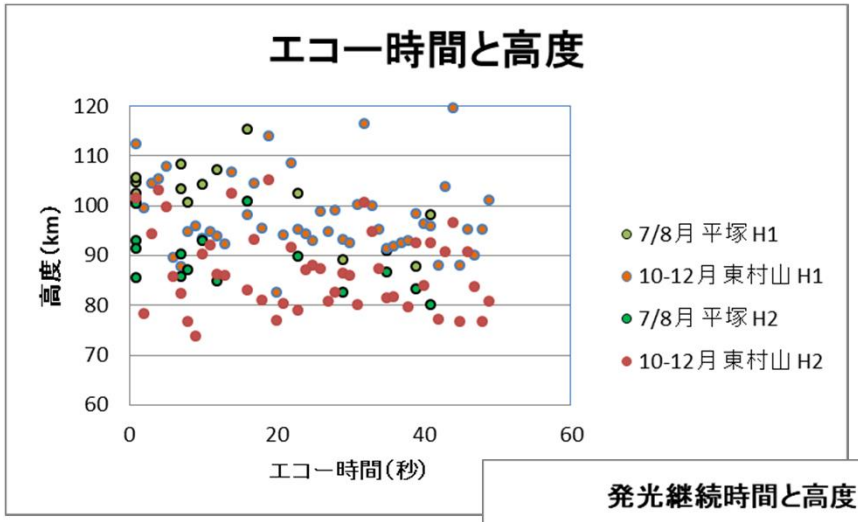


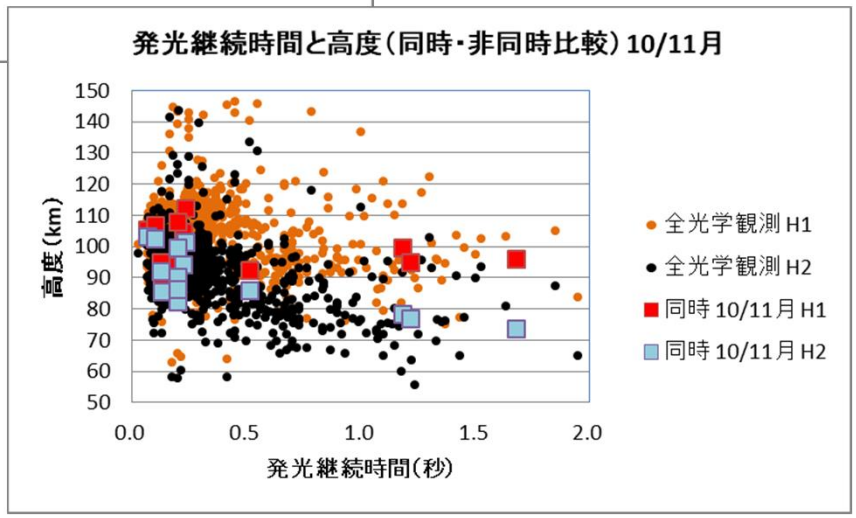
線電子密度の強弱分布(10,11,12月)



電波エコーの適度な高度範囲はどの位なのか？

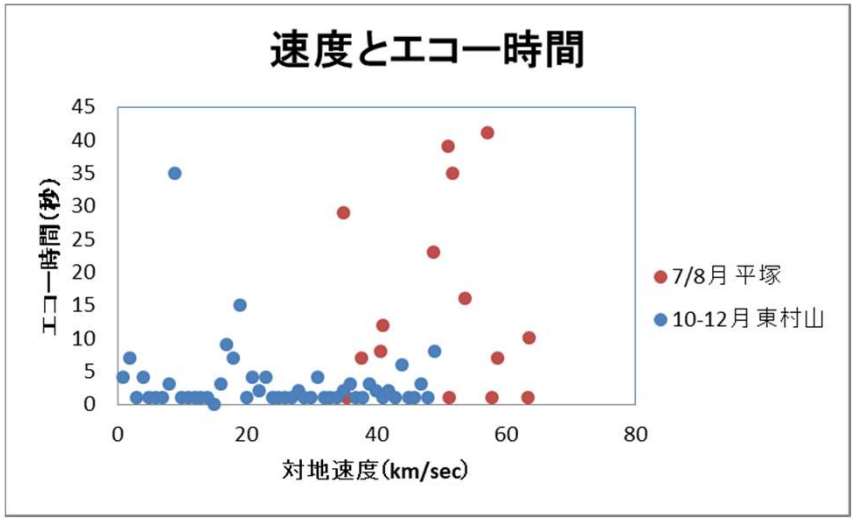


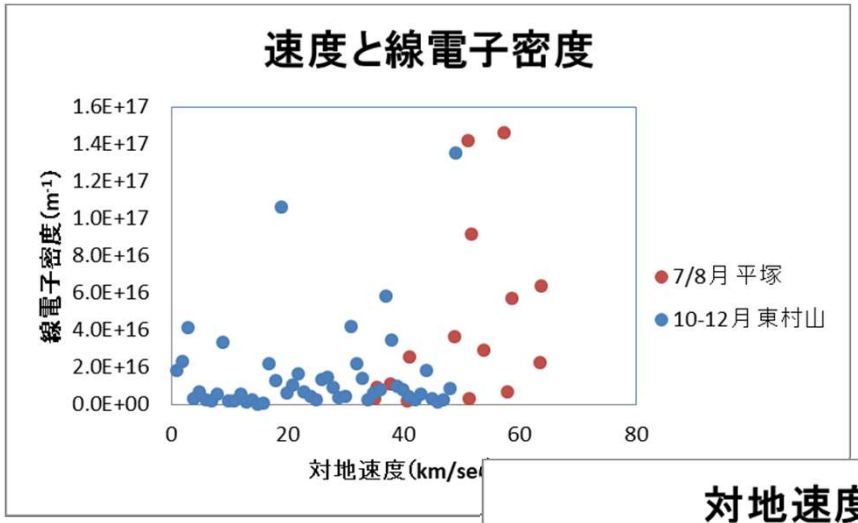


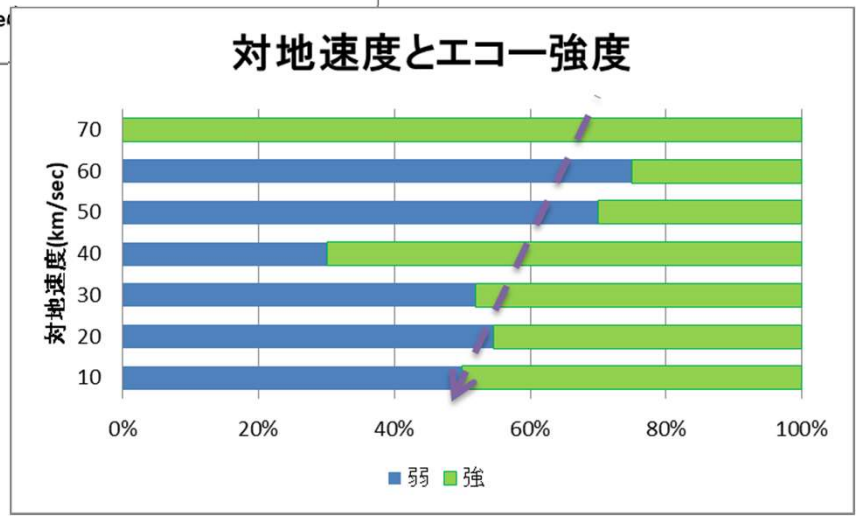


- 電波光学同時流星は以下の範囲に多い
  - 発光点90～110km程度
  - 消滅点80～100km程度
- 同時流星以外の流星もこの範囲は多い
- 同時流星に適度な高度範囲が有るようでは無さそう

対地速度が遅い方が強い電波になるのか観測的に確認

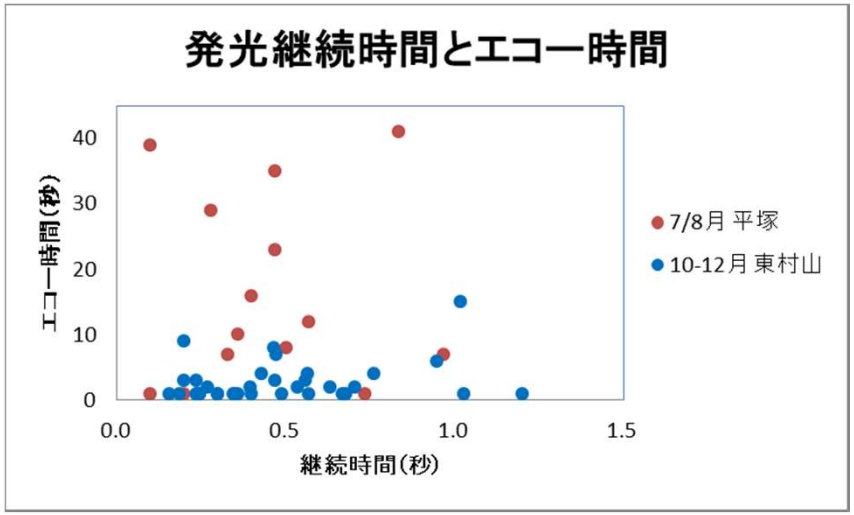


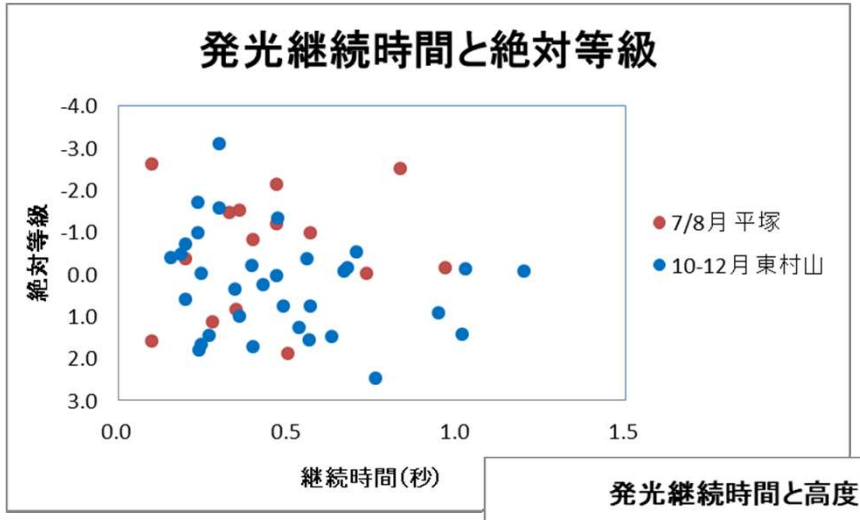


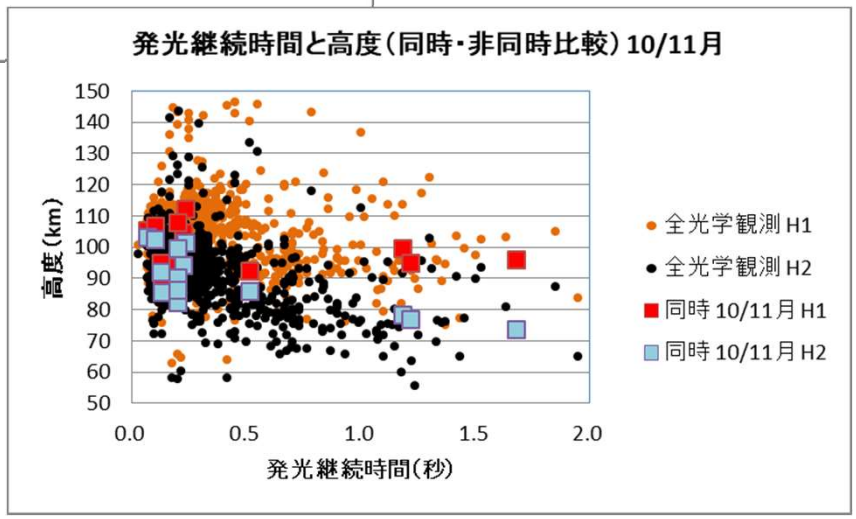


- 速度が速い方がエコー時間が長い
- 速度が速い方が線電子密度が高い
- 対地速度が遅いとエコー強度が強くなるようです

継続時間0.6秒以下の方が電波光学同時流星が多いか？



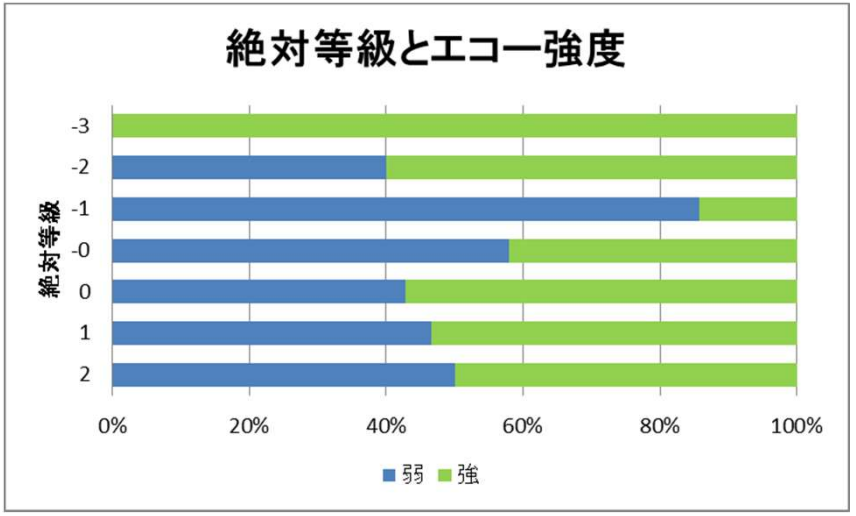




- 単に発光継続時間が短い流星が多いので
  0.6秒以下の同時流星が多く見える

なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？

- 光学流星が電波で受信されない
  - 流星の発光は等方性があるのでカメラの方向に流星が出現すれば（暗くなければ）記録される
  - 一方、電波エコーには指向性があるので光学的に見えていても電波エコーを受信できるとは限らない
- 電波流星が光学で観測されない
  - 暗い流星の方がたくさん有るはずで、
  - 電波流星が多い理由はカメラに写らないような暗い流星でも強い電波エコーが発生する？
  - グラフからはそのようには見えない
  - 継続検討



まとめ

- 電波エコーの適度な高度範囲はどの位なのか？
  - 今のところ、特別な高度範囲は見当たらない
- 対地速度が遅い方が強い電波になるのか観測的に確認する
  - まだ、はっきりしませんが速度が遅いとエコー強度が強くなるようです
- 本当に継続時間0.6秒以下の方が電波光学の同時流星が多いのか？
  - 継続時間の短い流星が多いので同時流星も多い
- なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？
  - よくわかりません

アドバイス
募集中

まだ良く分かりません
ので
継続してサンプルを集めます

2021年1月の電波光学同時流星観測報告(永井和男)

4/25に行われた「流星電波懇談会」の発表資料です。2021年1月のTV観測と電波観測から電波と光学の同時流星の観測報告です。昨年の同時流星の整理によって疑問に思っていた課題が徐々に減って来ました。今回は残った2件の課題に注目しました。

課題１．対地速度と電波強度の関係は速度が遅い方が強いエコーとなる様子が見えて来ました。

課題２．電波流星が光学観測で検出されにくい現象は暗い流星でも流星電波エコーがあるためと思われ今までの観測から、その様子が徐々に見えて来たと思われます。

懇談会で諸先輩より幾つかのご指導とアイデアを頂き、今後は解析手順や方法にも改善を検討する事となりました。

2021年1月の電波光学同時流星観測報告

平塚市博物館 天体観察会 流星分科会　永井和男

2021年4月25日 第五回 流星電波懇談会 on Zoom

TV観測：平塚市博物館流星分科会

画像提供：岡澤 智, 萩原亜香, 横関秀美, 戸村 比呂子

電波観測：神作哲夫(東京都東村山市)

観測場所

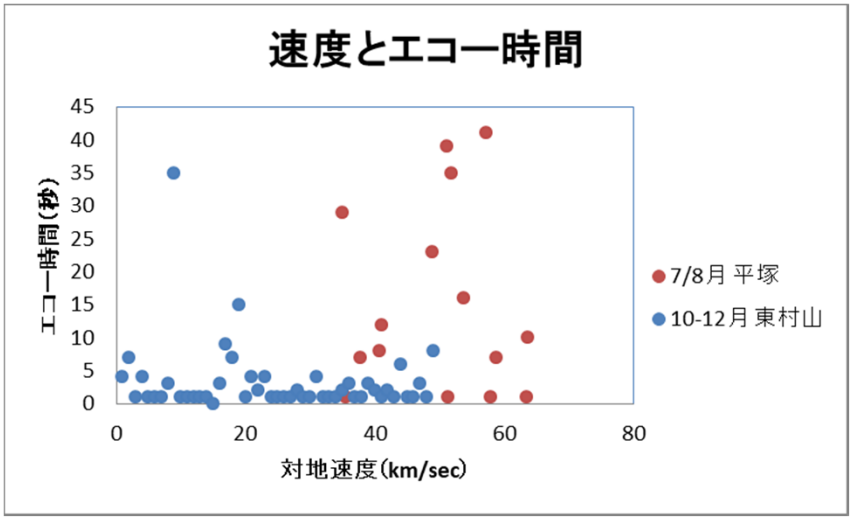
HRO電波送信所
福井県立大学アマチュア流星電波観測研究会
〒910-1142 福井県吉田郡永平寺町…
東村山市➡
平塚市・茅ヶ崎市➡
カメラ視野
新潟県
上越
糸魚川
七尾
南魚沼
那須塩原
栃木県
高岡
富山
長野
上信越高原国立公園
群馬県
日光
宇都宮
前橋
伊勢崎
高崎
高山
長野県
埼玉県
利根川
つくば
さいたま
東京
千葉
福井県
岐阜県
下呂
秩父多摩甲斐国立公園
甲府
山梨県
横浜
中津川
岐阜
長浜
琵琶湖
名古屋
滋賀県
豊田
愛知県
岡崎
静岡
静岡県
沼津
千葉県
豊橋
浜松
津
伊勢

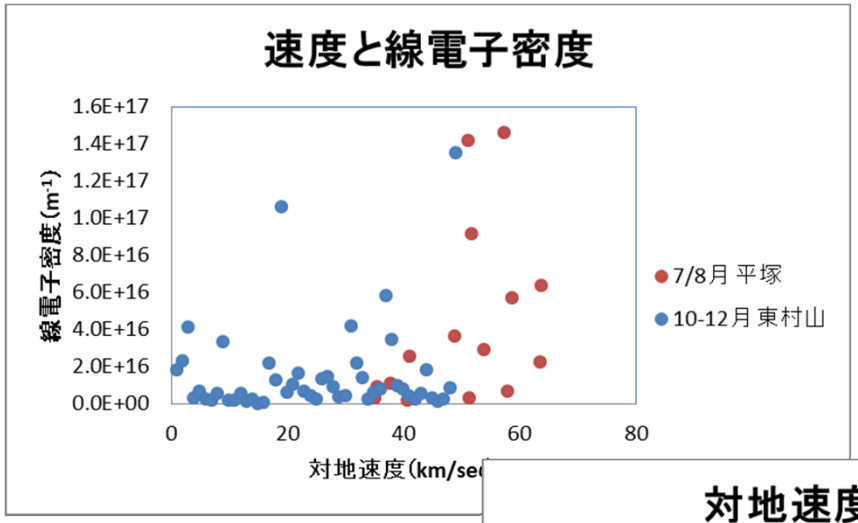
モチベーション と 観測に関して

- 継続課題
  - 対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する
  - なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？
- 前回までの考察結果
  - 電波エコーの適度な高度範囲はどの位なのか？　→　高度範囲は見当たらなかった
  - 本当に継続時間0.6秒以下の方が電波光学の同時流星が多いのか？　→　発光継続時間が短い流星が多いから
- 観測に関して
  - 2020年7,8月の検討結果から観測地点と観測方向を固定した方が評価しやすい事が分かりました
    （電波も光学も同じ場所で同じ方向を観測する、観測方向がバラバラにならないようにする）
  - 光学観測(TV観測)は平塚市博物館のTV観測ネットワークの観測結果を使用しました
    （KN9永井のみSonotaCo net掲示板に報告しています）
  - 電波観測は東京都東村山市の神作さんのIZUアンテナ（アンテナ方向伊豆諸島方面）の画像を使用
    流星電波観測ライブ(http://www5f.biglobe.ne.jp/~hro/Live/index.htm)からダウンロードしました
  - HRO電波送信所は福井県立大学アマチュア流星電波観測研究所の50M帯の電波を使用させて頂いております

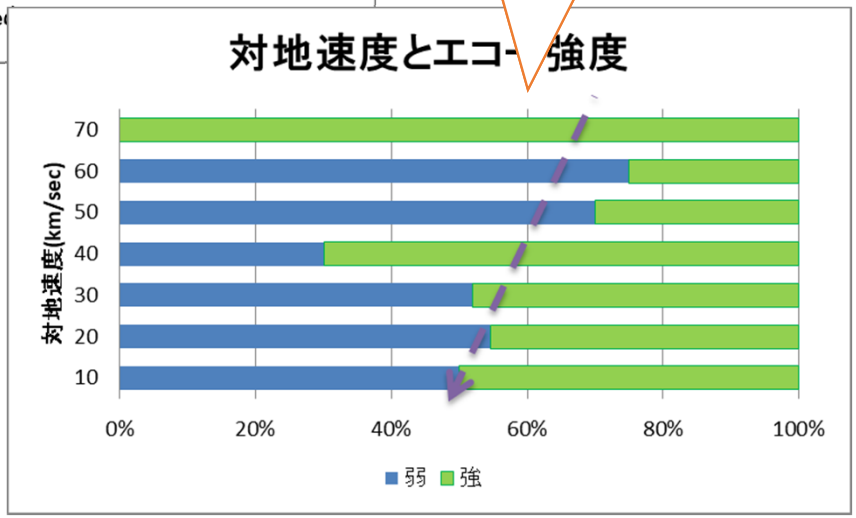
前回のおさらい

対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する





この斜め線の傾向がハッキリすれば確認できた事になります



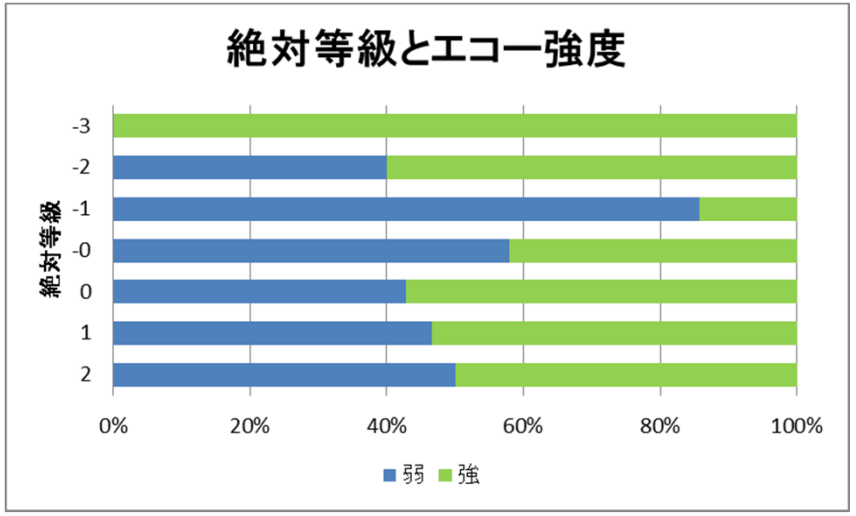
- 速度が速い方がエコー時間が長い
- 速度が速い方が線電子密度が高い
- 対地速度が遅いとエコー強度が強くなるようです

前回のおさらい

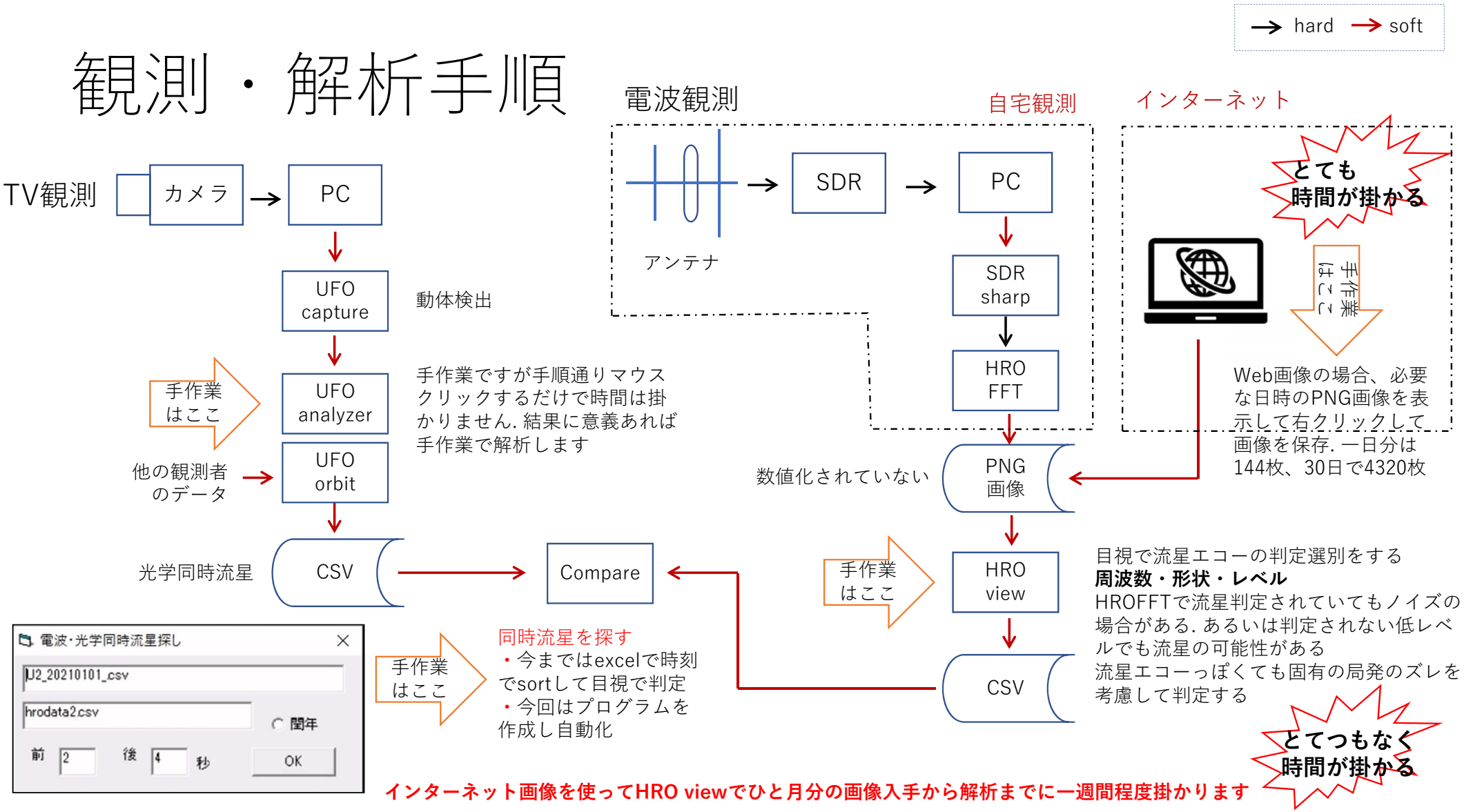
なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？

- 光学流星が電波で受信されない
  - 流星の発光は等方性があるのでカメラの方向に流星が出現すれば（暗くなければ）記録される
  - 一方、電波エコーには指向性があるので光学的に見えていても電波エコーを受信できるとは限らない
- 電波流星が光学で観測されない
  - 暗い流星の方がたくさん有るはずで、
  - 電波流星が多い理由はカメラに写らないような暗い流星でも強い電波エコーが発生する？
  - グラフからはそのようには見えない
  - 継続検討

データ数が増える事で暗い流星の方が電波エコー数や強いエコーが多くなれば確認できた事になります

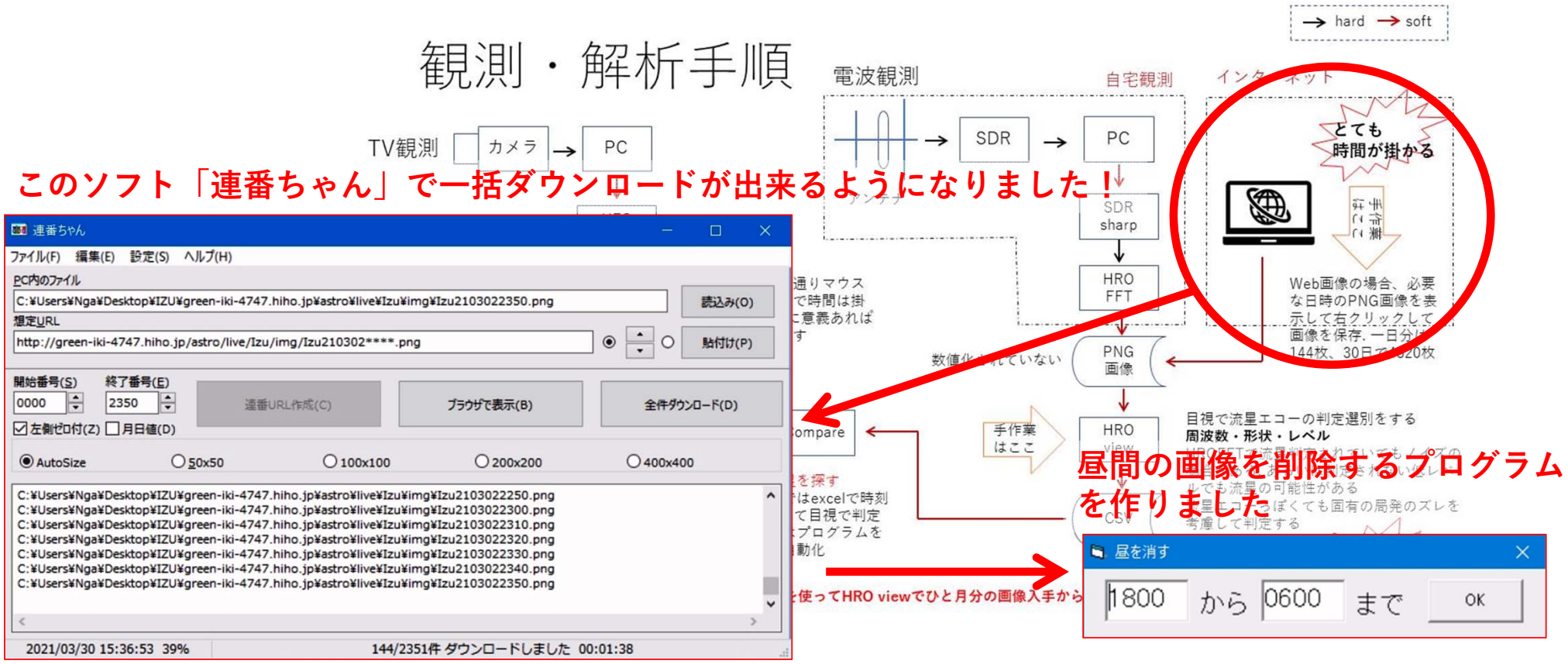


観測・解析手順



インターネット画像を使ってHRO viewでひと月分の画像入手から解析までに一週間程度掛かります

インターネットから画像取得のところ



電波光学同時流星の検出数

- （1月の）電波観測は夕方17時から翌朝6時30分までの観測を用いました
- 光学観測の検出数は光学の同時流星から軌道が求まった流星の数です
- 光学観測の解析にはUFOOrbitV2を用いてQ1で解析しました

今回

年月	電波	光学	同時			備考
			数	電波から見た%	光学から見た%	
2021年1月	1008	636	14	1.4	2.0	光学は13個

ひとつの光学流星に
エコーが２つあった

前回

年月	電波	光学	同時		
			数	電波から見た%	光学から見た%
2020年10月	1719	257	5	0.3	1.9
2020年11月	1409	544	7	0.5	1.3
2020年12月	1537	1111	34	2.2	3.1

- 電波と光学の同時流星はとても少なく
- 1月も光学流星の数が増えると電波光学同時流星も増えるようです

2021年1月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2	分光	remarks
Jan-21	1	東村山	Izu2101022300.png	_20210102_230904	_20210102_230906	0.18	2	強	8.4E+14	UNDER	_spo	1.74	16.7	87.9	139.77	34.44	84.5	139.78	34.43		
Jan-21	2	東村山	Izu2101040250.png	_20210104_025534	_20210104_025534	0.59	15	強	4.2E+16	OVER	_J5_Qua	-1.52	41.4	99.6	138.92	34.24	85.3	138.75	34.12		
Jan-21	3	東村山	Izu2101040310.png	_20210104_032000	_20210104_031958	0.41	2	強	5.3E+16	UNDER	_J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1	139.06	33.87		
Jan-21	4	東村山	Izu2101040320.png	_20210104_032002	_20210104_031958	0.41	12	強	5.3E+16	OVER	_J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1	139.06	33.87		_20210104_032000と同じか？
Jan-21	5	東村山	Izu2101040320.png	_20210104_032358	_20210104_032359	0.95	2	弱	9.5E+16	UNDER	_J5_Qua	-2.40	41.4	103.7	139.59	34.30	79.1	139.31	34.12	あり	
Jan-21	6	東村山	Izu2101040500.png	_20210104_050735	_20210104_050737	0.16	6	強	1.8E+16	OVER	_spo	-0.57	43.2	93.8	139.58	34.42	87.6	139.55	34.41		
Jan-21	7	東村山	Izu2101090450.png	_20210109_045253	_20210109_045250	0.13	1	強	6.4E+15	UNDER	_spo	0.38	36.6	104.4	139.71	34.05	100.5	139.74	34.05		
Jan-21	8	東村山	Izu2101111850.png	_20210111_185742	_20210111_185741	0.78	2	強	1.3E+15	UNDER	_spo	1.02	13.3	93.4	139.45	34.61	81.4	139.46	34.54		
Jan-21	9	東村山	Izu2101130600.png	_20210113_060618	_20210113_060616	1.20	5	強	7.9E+16	UNDER	_spo	-2.84	23.0	102.4	139.74	34.76	79.8	139.64	34.57		
Jan-21	10	東村山	Izu2101142210.png	_20210114_221326	_20210114_221327	0.27	5	弱	2.3E+15	UNDER	_spo	1.43	34.1	90.1	139.08	35.01	85.5	139.04	34.95		
Jan-21	11	東村山	Izu2101190510.png	_20210119_051242	_20210119_051240	0.48	1	弱	4.6E+16	UNDER	_J5_xUm	-1.57	43.2	93.4	140.26	33.71	75.7	140.39	33.70	あり	
Jan-21	12	東村山	Izu2101210130.png	_20210121_013247	_20210121_013247	1.03	6	強	9.6E+15	UNDER	_spo	-0.42	25.7	95.9	139.16	34.99	77.5	139.07	34.80		
Jan-21	13	東村山	Izu2101220300.png	_20210122_030243	_20210122_030241	0.46	1	弱	1.2E+15	UNDER	_spo	1.45	18.9	91.4	139.14	34.55	83.9	139.21	34.53		
Jan-21	14	東村山	Izu2101260350.png	_20210126_035351	_20210126_035347	0.80	1	強	5.3E+15	UNDER	_spo	0.35	29.1	102.6	139.55	34.88	84.5	139.51	34.73		

- 1か月で14個
- 1月4日にしぶんぎが4件ありました
- 今回は緯度経度の項目を追加しました

報告済みの物

2020年7,8月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Jul-20	1	茅ヶ崎	KN9_2007301950.png	_20200730_195011	_20200730_195008	0.47	35	強	9.2E+16	over	_J5_Per	-2.1	51.8	90.9	86.7	×	同じ流星、LONGエコー
Aug-20	1	茅ヶ崎	KN9_2008020130.png	_20200802_013920	_20200802_013900	0.50	8	弱	1.8E+15	under	_J5_sdA	1.9	40.7	100.5	87.0	×	たぶん同じ流星
	2	茅ヶ崎	KN9_2008040200.png	_20200804_020139	_20200804_020102	0.28	29	強	3.1E+15	over	_J5_sdA	1.1	35.1	89.2	82.5	×	同じ流星、LONGエコー、違うかも
	3	茅ヶ崎	KN9_2008102240.png	_20200810_224556	_20200810_224548	0.47	23	中	3.7E+16	over	_J5_Per	-1.2	48.9	102.4	89.8	×	同じ流星、LONGエコー
	4	茅ヶ崎	KN9_2008110300.png	20200811_030529	20200811_030545	0.10	1	弱	3.0E+15	under	spo	1.6	51.3	104.7	100.5	×	同じ流星かも知れない
	5	茅ヶ崎	KN9_2008122320.png	_20200812_232440	_20200812_232507	0.57	12	強	2.6E+16	over	_spo	-1.0	41.2	107.1	84.9	×	電波の方が先に検出、時刻は似ている
	6	茅ヶ崎	KN9_2008130051.png	_20200813_005336	_20200813_005343	0.35	1	弱	6.7E+15	under	_J5_Per	0.8	58.0	105.6	93.0	×	同じ流星
	7	茅ヶ崎	KN9_2008130120.png	_20200813_012254	_20200813_012315	0.33	7	弱	5.7E+16	over	_J5_Per	-1.5	58.8	103.3	90.3	×	同じ流星かも知れない、断続的なLONGエコー
	8	茅ヶ崎	KN9_2008130330.png	_20200813_033042	_20200813_033022	0.10	39	中	1.4E+17	over	_J5_Per	-2.6	51.1	87.9	83.1	あり	同じ流星、LONGエコー
	9	茅ヶ崎	KN9_2008130340.png	_20200813_034623	_20200813_034627	0.20	1	中	2.2E+16	over	_spo	-0.4	63.5	100.5	91.3	×	同じ流星
	10	茅ヶ崎	KN9_2008140000.png	_20200814_000819	_20200814_000815	0.40	16	強	2.9E+16	over	_J5_Per	-0.8	53.8	115.3	100.8	×	同じ流星、LONGエコー
	11	茅ヶ崎	KN9_2008140120.png	_20200814_012517	_20200814_012509	0.36	10	弱	6.4E+16	over	_spo	-1.5	63.7	104.2	93.0	×	たぶん、同じ流星
	12	茅ヶ崎	KN9_2008202340.png	_20200820_234831	_20200820_234828	0.73	1	中	8.9E+15	under	_spo	0.0	35.5	102.5	85.5	×	同じ流星
	13	茅ヶ崎	KN9_2008252320.png	_20200825_232310	_20200825_232301	0.83	41	中	1.5E+17	over	_spo	-2.5	57.3	98.1	80.0	×	同じ流星、LONGエコー
	14	茅ヶ崎	KN9_2008280400.png	_20200828_040247	_20200828_040243	0.97	7	強	1.1E+16	over	_spo	-0.2	37.8	108.2	85.7	×	同じ流星

- 2か月で14個

報告済みの物

2020年10,11,12月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Oct-20	1	東村山	Izu2010130240.png	_20201013_024303	_20201013_024302	0.23	4	強	1.8E+16	under	_spo	-0.36	51.6	112.3	101.4	×	
	2	東村山	Izu2010130350.png	_20201013_035623	_20201013_035619	1.19	7	弱	2.3E+16	over	_spo	-0.72	47.6	99.5	78.2	×	
	3	東村山	Izu2010210040.png	_20201021_004320	_20201021_004317	0.23	1	強	4.1E+16	under	_spo	-1.34	47.8	104.5	94.3	×	
	6	東村山	Izu2010250450.png	_20201025_045411	_20201025_045402	0.07	4	強	3.1E+15	under	_spo	1.42	45.9	105.5	103.2	×	光学が9秒早い
	7	東村山	Izu2010280320.png	_20201028_032304	_20201028_032257	0.20	1	弱	6.4E+15	under	_spo	1.00	64.0	107.9	99.6	×	光学が7秒早い
	4	東村山	Izu2010290240.png	_20201029_024623	_20201029_024623	0.13	1	強	2.1E+15	under	_spo	1.58	36.0	89.5	85.6	×	
	5	東村山	Izu2010310030.png	_20201031_003513	_20201031_003514	0.20	1	強	1.7E+15	under	_spo	1.46	26.0	87.6	82.2	×	
Nov-20	1	東村山	Izu2011100420.png	_20201110_042456	_20201110_042453	1.22	3	強	5.2E+15	under	_J5_sTa	0.24	26.1	94.9	76.7	×	
	2	東村山	Izu2011170420.png	_20201117_042928	_20201117_042926	1.68	35	弱	3.3E+16	over	_J5_oEr	-1.56	31.6	95.9	73.6	×	Long Echo
	3	東村山	Izu2011212110.png	_20201121_211904	_20201121_211906	0.20	1	弱	1.5E+15	under	_spo	1.68	28.6	93.3	90.3	×	
	4	東村山	Izu2011260330.png	_20201126_033038	_20201126_033036	0.13	1	強	1.9E+15	under	_J5_daD	1.74	37.7	94.7	92.0	×	
	5	東村山	Izu2011260530.png	_20201126_053137	_20201126_053135	0.20	1	強	5.7E+15	under	_J5_kDr	0.76	45.5	93.7	86.3	×	
	6	東村山	Izu2012010320.png	_20201201_032831	_20201201_032828	0.52	1	強	1.2E+15	under	_spo	1.49	19.0	92.2	85.9	×	
	7	東村山	Izu2012010500.png	_20201201_050939	_20201201_050939	0.10	1	弱	2.4E+15	under	_J5_daD	1.80	51.0	106.7	102.3	×	

- 10月11月の2か月で12個でした
- 12月は34個でした。ふたご群は15個(44%)でした。
- 先行研究では速度の遅いふたご群の識別率は高いとされています

報告済みの物

2020年10,11,12月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Dec-20	1	東村山	Izu2012042200	_20201204_220624	_20201204_222623	0.56	3	強	7.3E+14	over	_J5_sTa	2.47	28.5	98.1	82.9	×	
	2	東村山	Izu2012060340	_20201206_034056	_20201206_034056	0.20	9	強	2.2E+16	over	_spo	−0.14	76.3	104.5	93.2	×	
	3	東村山	Izu2012060410	_20201206_041816	_20201206_041815	0.47	7	強	1.3E+16	over	_J5_Gem	−0.46	33.7	95.5	80.9	×	
	4	東村山	Izu2012061710	_20201206_171303	_20201206_171302	1.02	15	強	1.1E+17	over	_spo	−3.09	24.4	114.0	105.2	×	
	5	東村山	Izu2012070240	_20201207_024240	_20201207_024237	0.36	1	弱	6.2E+15	under	_spo	−0.21	20.3	82.6	77.0	×	
	6	東村山	Izu2012070300	_20201207_030017	_20201207_030015	0.57	4	強	1.0E+16	over	_J5_daD	0.03	42.9	94.1	80.4	×	
	7	東村山	Izu2012070300	_20201207_030918	_20201207_030919	0.27	2	強	1.6E+16	under	_spo	−0.06	61.5	108.6	91.7	×	
	8	東村山	Izu2012080240	_20201208_024222	_20201208_024221	0.43	4	強	6.9E+15	over	_J5_Gem	0.36	38.4	95.1	78.9	×	
	9	東村山	Izu2012110430	_20201211_043319	_20201211_043316	0.30	1	強	4.4E+15	over	_spo	0.62	30.9	94.2	87.2	×	
	10	東村山	Izu2012110540	_20201211_054056	_20201211_054058	0.25	1	弱	2.3E+15	under	_J5_Gem	1.28	29.7	92.8	88.0	×	
	11	東村山	Izu2012132240	_20201213_224629	_20201213_224629	0.40	1	弱	1.3E+16	under	_J5_Gem	−0.39	36.5	98.8	87.4	×	
	12	東村山	Izu2012140400	_20201214_040406	_20201214_040404	0.49	1	弱	1.5E+16	under	_J5_Gem	−0.53	35.8	94.8	80.7	×	
	13	東村山	Izu2012140430	_20201214_043143	_20201214_043141	0.63	2	弱	9.2E+15	over	_J5_Gem	−0.06	34.5	99.1	82.6	×	
	14	東村山	Izu2012140430	_20201214_043404	_20201214_043401	0.24	1	弱	3.5E+15	over	_J5_Gem	0.93	32.6	93.1	86.5	×	
	15	東村山	Izu2012140440	_20201214_044355	_20201214_044354	0.24	1	弱	4.0E+15	over	_J5_Gem	0.76	32.2	92.4	85.9	×	
	16	東村山	Izu2012140440	_20201214_044843	_20201214_044842	0.76	4	弱	4.2E+16	over	_J5_Gem	−1.70	34.8	100.1	80.0	×	
	17	東村山	Izu2012140450	_20201214_045710	_20201214_045709	0.68	1	弱	2.2E+16	over	_J5_Gem	−0.97	35.4	116.5	100.6	×	
	18	東村山	Izu2012140450	_20201214_045843	_20201214_045846	0.19	1	弱	1.4E+16	over	_spo	−0.11	51.1	99.9	94.8	×	
	19	東村山	Izu2012140500	_20201214_050124	_20201214_050123	0.30	1	弱	2.4E+15	over	_J5_Gem	1.35	33.2	95.2	87.4	×	
	20	東村山	Izu2012140520	_20201214_052243	_20201214_052240	0.39	2	弱	6.3E+15	over	_J5_Gem	0.31	33.5	91.4	81.5	×	
	21	東村山	Izu2012140550	_20201214_055727	_20201214_055727	0.47	3	弱	7.6E+15	under	_J5_Gem	0.04	31.6	91.9	81.6	×	
	22	東村山	Izu2012150010	_20201215_001314	_20201215_001317	1.20	1	強	5.8E+16	over	_J5_Gem	−2.16	31.7	92.5	54.8	×	
	23	東村山	Izu2012150040	_20201215_004859	_20201215_004901	0.35	1	弱	3.5E+16	under	_spo	−1.37	39.0	93.0	79.7	×	
	24	東村山	Izu2012150130	_20201215_013621	_20201215_013618	0.20	3	強	9.4E+15	under	_spo	0.04	38.8	98.4	92.5	×	
	25	東村山	Izu2012150540	_20201215_054441	_20201215_054440	0.53	2	強	8.0E+15	under	_J5_Gem	0.04	32.8	96.2	83.9	×	
	26	東村山	Izu2012170110	_20201217_011939	_20201217_011936	0.16	1	強	3.9E+15	under	_J5_daD	1.26	50.0	96.0	92.6	×	
	27	東村山	Izu2012170230	_20201217_023948	_20201217_023946	0.70	2	強	2.5E+15	over	_J5_sTa	0.85	21.4	88.0	77.1	×	
	28	東村山	Izu2012190010	_20201219_001429	_20201219_001426	0.67	1	弱	5.3E+15	under	_spo	−0.34	15.4	103.8	90.7	あり	
	29	東村山	Izu2012190440	_20201219_044653	_20201219_044650	0.95	6	強	1.8E+16	under	_spo	−0.77	35.7	119.6	96.5	×	
	30	東村山	Izu2012200210	_20201220_021356	_20201220_021353	0.57	1	弱	2.9E+15	under	_spo	0.66	21.1	87.9	76.7	×	
	31	東村山	Izu2012290410	_20201229_041824	_20201229_041821	0.23	1	弱	9.4E+14	under	_spo	2.24	29.5	95.2	90.6	×	
	32	東村山	Izu2012310250	_20201231_025328	_20201231_025326	0.23	3	強	2.2E+15	under	_spo	1.39	30.7	90.1	83.8	×	
	33	東村山	Izu2012310300	_20201231_030812	_20201231_030809	1.03	1	弱	8.8E+15	under	_spo	−0.45	23.0	95.3	76.7	×	
	34	東村山	Izu2012310600	_20201231_060742	_20201231_060740	0.46	8	強	1.4E+17	over	_spo	−2.66	46.4	101.0	80.8	×	

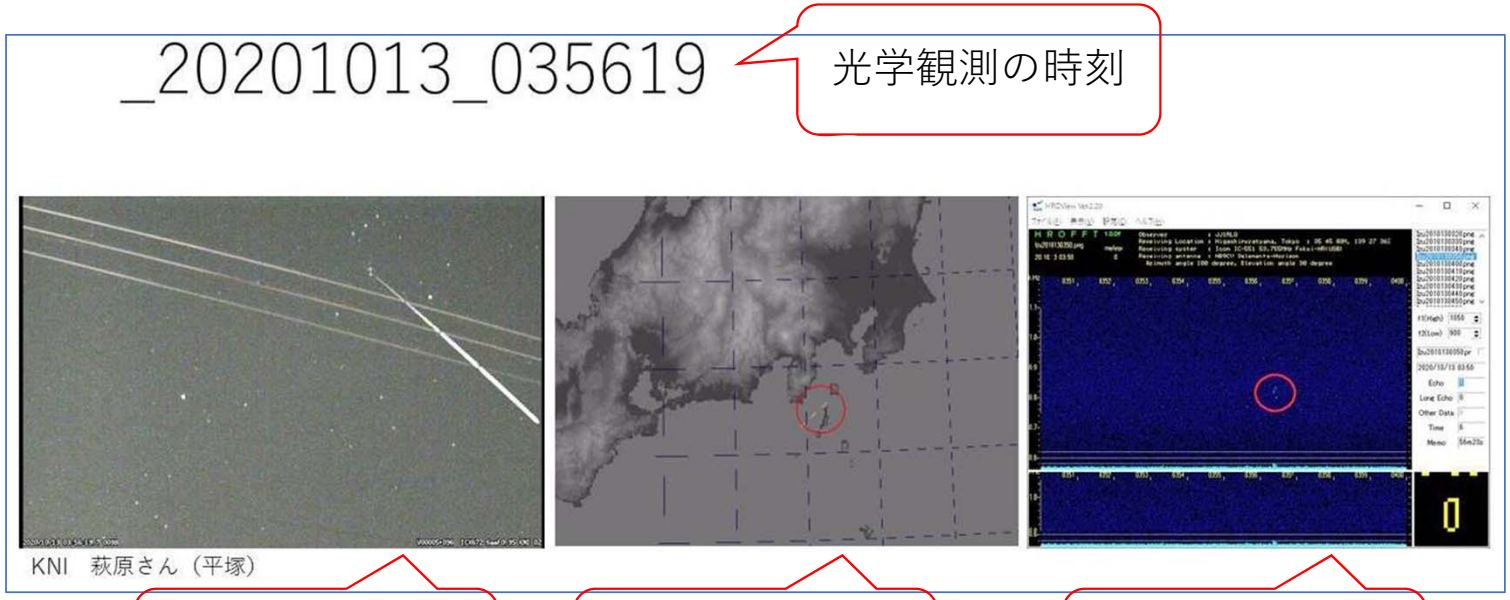
参考：1月のSonotaCo NetとIZUの同時流星

No	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	線電子密度	stream	絶対等級	対地速度	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2
1	Izu2101020040.png	20210102_004141	20210102_004138	0.30	1.6E+16	spo	−0.06	61.1	108.6	137.2	36.6	98.2	137.0	36.7
2	Izu2101020310.png	20210102_031658	20210102_031654	0.75	2.4E+17	spo	−3.01	59.5	121.5	137.0	35.4	85.6	136.7	35.3
3	Izu2101020540.png	20210102_054054	20210102_054052	0.68	2.5E+17	J5_aHy	−3.44	41.6	92.9	136.9	39.2	83.9	137.2	39.3
4	Izu2101021740.png	20210102_174502	20210102_174501	0.41	1.2E+16	spo	−0.66	26.5	83.1	135.6	34.9	79.1	135.7	34.8
5	Izu2101021800.png	20210102_180011	20210102_180010	1.30	4.4E+15	spo	0.29	23.2	98.0	137.5	35.3	77.6	137.5	35.1
6	Izu2101030250.png	20210103_025041	20210103_025038	0.28	5.1E+16	spo	−1.59	47.1	107.6	135.6	36.0	96.6	135.5	36.0
7	Izu2101030450.png	20210103_045636	20210103_045634	0.34	6.1E+16	J5_Qua	−1.94	40.7	95.3	135.9	35.5	85.4	135.8	35.5
8	Izu2101030500.png	20210103_050945	20210103_050946	0.20	9.1E+16	spo	−1.80	68.5	108.5	139.8	36.2	96.6	139.8	36.3
9	Izu2101030510.png	20210103_051038	20210103_051037	0.23	2.5E+16	J5_Qua	−1.04	37.6	97.4	137.6	34.3	89.9	137.6	34.3
10	Izu2101030540.png	20210103_054842	20210103_054839	0.41	6.7E+16	J5_Qua	−2.04	40.8	96.8	136.1	34.5	81.7	136.0	34.5
11	Izu2101032310.png	20210103_231245	20210103_231241	0.82	5.9E+16	J5_Qua	−1.92	39.8	98.3	139.5	36.3	94.9	139.3	36.0
12	Izu2101032330.png	20210103_233320	20210103_233317	1.82	2.7E+16	J5_Qua	−1.11	39.3	102.0	136.7	35.1	92.1	136.3	34.5
13	Izu2101032340.png	20210103_234912	20210103_234913	0.30	4.2E+15	spo	1.13	47.7	106.0	136.7	34.8	95.8	136.6	34.7
14	Izu2101040130.png	20210104_013215	20210104_013214	1.53	3.1E+17	J5_Qua	−3.70	41.0	102.1	139.7	35.2	78.4	139.2	34.8
15	Izu2101040210.png	20210104_021739	20210104_021738	0.36	1.7E+16	J5_Qua	−0.57	39.7	96.4	138.6	34.9	89.2	138.5	34.8
16	Izu2101040210.png	20210104_021812	20210104_021810	0.53	5.4E+17	J5_Qua	−4.27	42.3	95.0	137.1	35.7	84.8	136.9	35.5
17	Izu2101040240.png	20210104_024722	20210104_024720	0.30	8.5E+16	J5_Qua	−2.30	40.5	90.6	137.4	35.4	83.6	137.3	35.3
18	Izu2101040250.png	20210104_025534	20210104_025534	0.83	2.7E+16	J5_Qua	−1.07	40.3	100.3	138.9	34.2	90.8	138.7	34.1
19	Izu2101040320.png	20210104_032358	20210104_032400	0.66	7.6E+17	J5_Qua	−4.64	41.8	97.6	139.5	34.3	79.9	139.3	34.1
20	Izu2101040340.png	20210104_034631	20210104_034632	0.96	5.8E+17	J5_Qua	−4.35	42.3	98.2	135.2	36.7	70.4	134.9	36.5
21	Izu2101040350.png	20210104_035709	20210104_035708	0.17	3.2E+16	J5_Qua	−1.27	39.2	92.3	138.1	34.5	87.4	138.0	34.4
22	Izu2101040400.png	20210104_040317	20210104_040316	0.39	8.4E+16	J5_Qua	−2.31	40.1	96.5	138.9	35.7	85.2	138.8	35.6
23	Izu2101040410.png	20210104_041430	20210104_041430	1.00	1.3E+16	spo	−0.22	43.4	103.3	137.7	36.2	95.6	138.0	36.5
24	Izu2101040420.png	20210104_042239	20210104_042236	0.33	9.1E+15	J5_Qua	0.16	42.0	98.6	137.3	36.4	88.2	137.2	36.4
25	Izu2101040420.png	20210104_042827	20210104_042826	0.20	8.4E+15	J5_Qua	0.16	38.9	94.4	137.3	35.0	88.6	137.3	35.0
26	Izu2101040440.png	20210104_044455	20210104_044451	0.35	4.9E+16	J5_Qua	−1.73	39.5	92.8	136.3	35.9	82.0	136.2	35.9
27	Izu2101040450.png	20210104_045547	20210104_045547	0.38	5.2E+16	J5_Qua	−1.81	39.4	95.5	136.5	35.3	83.2	136.5	35.3
28	Izu2101040500.png	20210104_050559	20210104_050558	0.72	2.4E+17	J5_Qua	−3.40	41.1	98.3	135.1	36.6	74.3	135.0	36.5
29	Izu2101040510.png	20210104_051104	20210104_051103	0.37	8.2E+16	J5_Qua	−2.25	41.1	95.8	136.8	35.1	83.0	136.7	35.0
30	Izu2101040510.png	20210104_051204	20210104_051201	0.31	1.2E+16	J5_Qua	−0.19	40.5	92.4	136.9	34.4	82.0	136.8	34.3
31	Izu2101040510.png	20210104_051227	20210104_051228	0.25	3.9E+16	J5_Qua	−1.47	40.0	92.2	135.1	36.3	83.8	135.0	36.3
32	Izu2101040510.png	20210104_051303	20210104_051301	0.26	1.0E+16	J5_Qua	0.00	41.3	98.9	139.2	36.2	90.0	139.1	36.2
33	Izu2101040522	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	139.5	36.4
34	Izu2101040555	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	136.5	34.2
35	Izu2101040611	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	136.8	34.6
36	Izu2101042311	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	138.1	34.0
37	Izu2101050033	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	138.3	35.1
38	Izu2101050133	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	138.8	34.7
39	Izu2101052335	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	136.3	35.7
40	Izu2101080240	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	137.6	35.1
41	Izu2101080430	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	137.0	35.5
42	Izu2101090250	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	138.2	34.8
43	Izu2101090250	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	138.7	36.8
44	Izu2101110250	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	137.1	34.7
45	Izu2101110400	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	137.6	34.7
46	Izu2101110410.png	20210111_041003	20210111_041003	0.29	5.7E+16	spo	−1.25	72.3	112.8	137.4	34.2	97.9	137.3	34.3
47	Izu2101122340.png	20210112_234725	20210112_234722	0.51	1.2E+16	spo	0.02	47.6	109.0	137.1	35.5	94.1	136.9	35.4
48	Izu2101130020.png	20210113_002537	20210113_002536	0.40	2.1E+16	spo	−0.84	37.8	94.6	136.3	34.4	80.1	136.3	34.3
49	Izu2101130520.png	20210113_052752	20210113_052749	1.65	3.3E+17	spo	−3.33	60.9	125.3	136.6	35.9	69.0	135.8	36.3
50	Izu2101130540.png	20210113_054631	20210113_054629	1.20	2.3E+15	spo	0.67	17.0	87.1	137.3	35.7	76.1	137.2	35.6
51	Izu2101130600.png	20210113_060618	20210113_060616	1.35	7.9E+16	spo	−2.79	24.1	100.3	139.7	34.8	75.0	139.6	34.5
52	Izu2101132220.png	20210113_222255	20210113_222254	1.84	9.2E+15	spo	−0.35	26.5	101.0	137.0	36.2	86.3	136.9	36.6
53	Izu2101140100.png	20210114_010855	20210114_010852	0.27	1.5E+16	spo	0.14	66.8	108.7	137.1	36.1	101.5	136.9	36.2
54	Izu2101140150.png	20210114_015039	20210114_015036	0.11	6.7E+15	spo	1.01	67.6	99.5	136.6	34.9	96.3	136.6	34.9
55	Izu2101140150.png	20210114_015326	20210114_015324	1.13	4.6E+16	spo	−1.83	34.0	98.6	140.0	34.1	73.0	139.8	37.9
56	Izu2101140530.png	20210114_053611	20210114_053608	0.27	2.5E+16	spo	−1.07	37.9	88.9	136.5	33.4	79.5	136.6	33.4
57	Izu2101140550.png	20210114_055352	20210114_055350	0.28	7.2E+15	spo	0.38	41.0	90.8	140.0	35.5	79.4	140.0	35.4
58	Izu2101142150.png	20210114_215406	20210114_215404	0.66	2.9E+16	spo	−1.23	37.1	100.8	138.8	37.1	88.4	138.7	37.3
59	Izu2101142210.png	20210114_221326	20210114_221326	0.32	4.1E+15	spo	0.82	34.8	90.3	139.1	35.0	84.6	139.0	34.9
60	Izu2101150010.png	20210115_001123	20210115_001122	0.58	3.3E+16	spo	−1.38	37.3	101.9	135.8	35.8	88.2	135.7	35.7
61	Izu2101150020.png	20210115_002053	20210115_002050	0.56	2.8E+17	spo	−3.24	56.5	108.2	136.6	35.7	88.0	136.4	35.6
62	Izu2101150310.png	20210115_031431	20210115_031429	0.33	3.4E+15	spo	1.35	46.8	107.3	136.9	35.9	101.6	136.7	35.9
63	Izu2101150410.png	20210115_041325	20210115_041323	0.64	4.3E+16	spo	−1.13	59.6	112.2	137.1	36.0	101.2	137.0	36.4
64	Izu2101150500.png	20210115_050804	20210115_050802	0.71	1.7E+16	spo	−0.23	56.0	108.4	136.8	35.8	92.6	136.5	35.9
65	Izu2101151830.png	20210115_183506	20210115_183503	1.94	6.8E+15	spo	−0.03	26.1	94.2	137.8	35.4	79.5	137.2	35.3
66	Izu2101152000.png	20210115_200218	20210115_200216	0.38	1.2E+16	spo	−0.33	34.1	90.5	137.5	35.4	83.6	137.4	35.3
67	Izu2101152250.png	20210115_225332	20210115_225329	0.28	2.0E+16	spo	−0.61	44.2	94.7	137.6	35.8	92.1	137.5	35.7
68	Izu2101161750.png	20210116_175733	20210116_175732	0.60	2.0E+15	spo	1.14	22.6	93.3	138.2	35.3	88.0	138.0	35.3
69	Izu2101190150.png	20210119_015306	20210119_015303	0.44	2.3E+16	spo	−0.36	66.8	106.4	138.8	36.4	101.2	138.6	36.6
70	Izu2101190430.png	20210119_043631	20210119_043631	0.53	4.3E+16	spo	−1.03	66.0	111.8	137.9	35.4	98.7	137.9	35.7
71	Izu2101190440.png	20210119_044758	20210119_044754	0.14	2.1E+16	spo	−0.36	59.6	96.7	137.5	35.4	91.2	137.5	35.5
72	Izu2101190500.png	20210119_050913	20210119_050912	0.28	5.2E+16	spo	−1.22	66.7	102.5	138.1	36.4	91.7	138.1	36.5
73	Izu2101190510.png	20210119_051242	20210119_051240	0.42	5.4E+16	J5_xUm	−1.76	42.2	92.5	140.3	33.7	76.4	140.4	33.7
74	Izu2101192350.png	20210119_235351	20210119_235351	0.45	1.0E+17	spo	−2.43	44.5	105.0	137.3	34.3	89.0	137.2	34.2
75	Izu2101200510.png	20210120_051008	20210120_051007	1.28	4.1E+15	spo	0.06	17.5	85.0	138.0	36.8	78.4	138.2	36.8
76	Izu2101210050.png	20210121_005205	20210121_005202	0.54	7.3E+15	spo	0.54	47.9	108.5	137.5	35.6	96.8	137.3	35.5
77	Izu2101210130.png	20210121_013247	20210121_013247	0.76	1.9E+16	spo	−1.13	26.8	92.7	139.1	34.9	78.8	139.1	34.8
78	Izu2101210320.png	20210121_032810	20210121_032809	0.53	7.6E+16	spo	−1.57	71.0	113.3	139.3	36.3	98.4	139.1	36.6
79	Izu2101210330.png	20210121_033424	20210121_033422	0.71	2.1E+16	spo	−0.26	65.2	108.4	138.9	35.9	94.6	138.8	36.3
80	Izu2101210400.png	20210121_040414	20210121_040414	0.15	1.9E+16	spo	−0.42	50.7	101.7	135.9	36.3	97.8	135.9	36.3
81	Izu2101210420.png	20210121_042534	20210121_042535	0.76	2.3E+16	spo	−0.46	59.0	108.2	135.1	33.7	98.3	135.1	34.1
82	Izu2101210500.png	20210121_050039	20210121_050038	0.25	7.8E+16	spo	−1.85	56.7	107.3	136.3	38.4	94.3	136.2	38.4
83	Izu2101210530.png	20210121_053808	20210121_053806	0.25	5.0E+15	spo	1.34	68.0	108.8	139.5	35.4	100.0	139.6	35.5
84	Izu2101220030.png	20210122_003329	20210122_003326	1.95	2.4E+16	spo	−0.42	66.3	116.4	139.5	36.1	109.1	138.5	36.9
85	Izu2101260350.png	20210126_035351	20210126_035347	0.17	1.0E+16	spo	−0.26	31.6	93.5	139.5	34.8	89.4	139.5	34.7
86	Izu2101310240.png	20210131_024344	20210131_024342	0.23	4.8E+16	spo	−1.64	41.8	93.6	137.9	37.0	85.9	137.9	37.0

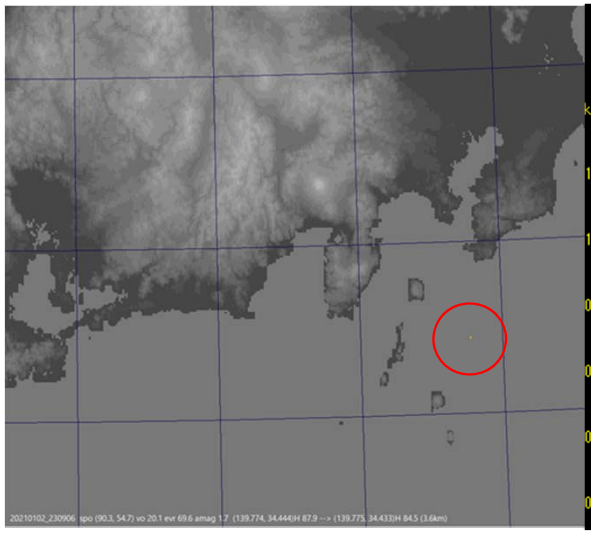
ひと月に86個の光学・電波同時流星がありました
光学・電波同時判定ソフトによって簡単に選別できるようになりました
∵電波のデータがあれば

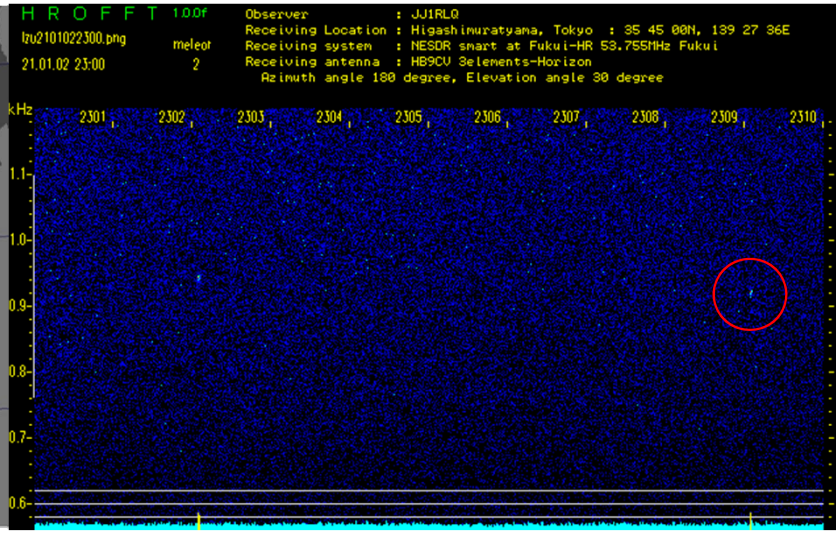
個々の電波光学同時流星

- 次ページ以降で個々の同時流星の画像を示します



_20210102_230906

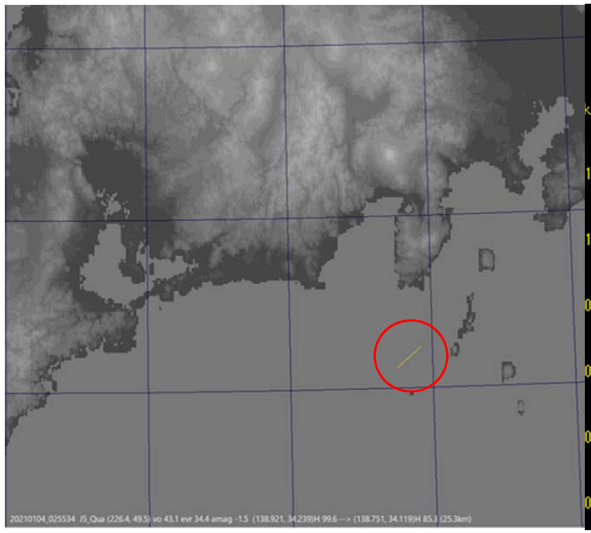


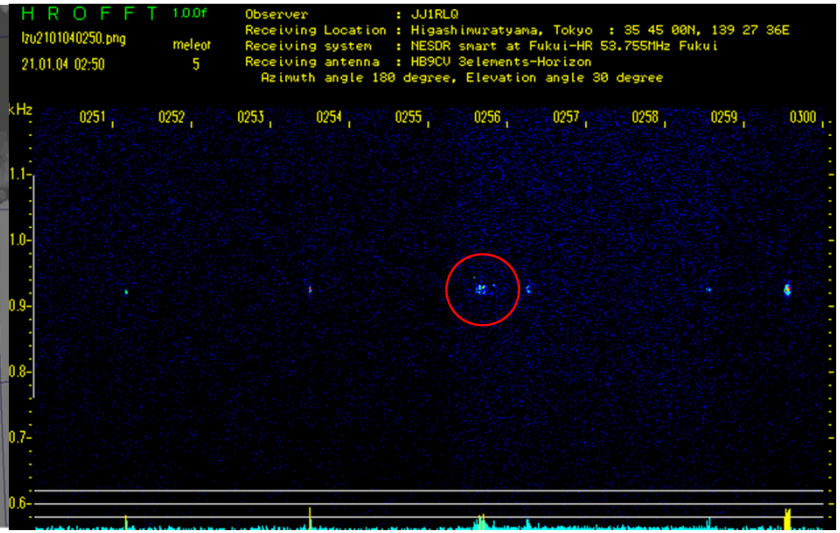


KNH　戸村さん（辻堂）

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.18	2	強	8.4E+14	UNDER	_spo	1.74	16.7	87.9	139.77	34.44	84.5	139.78	34.43

_20210104_025534

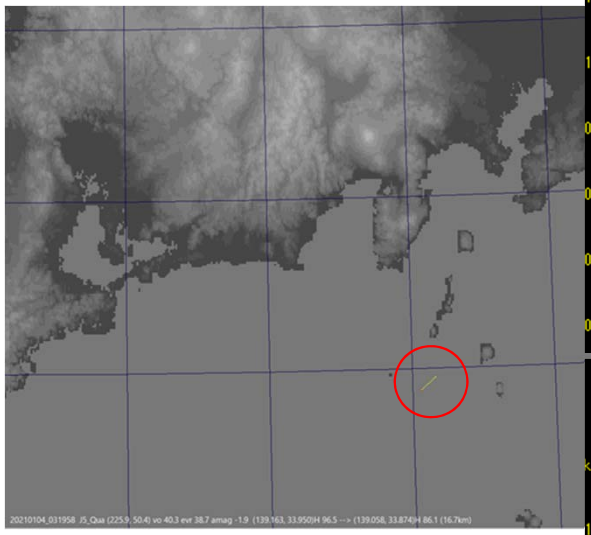


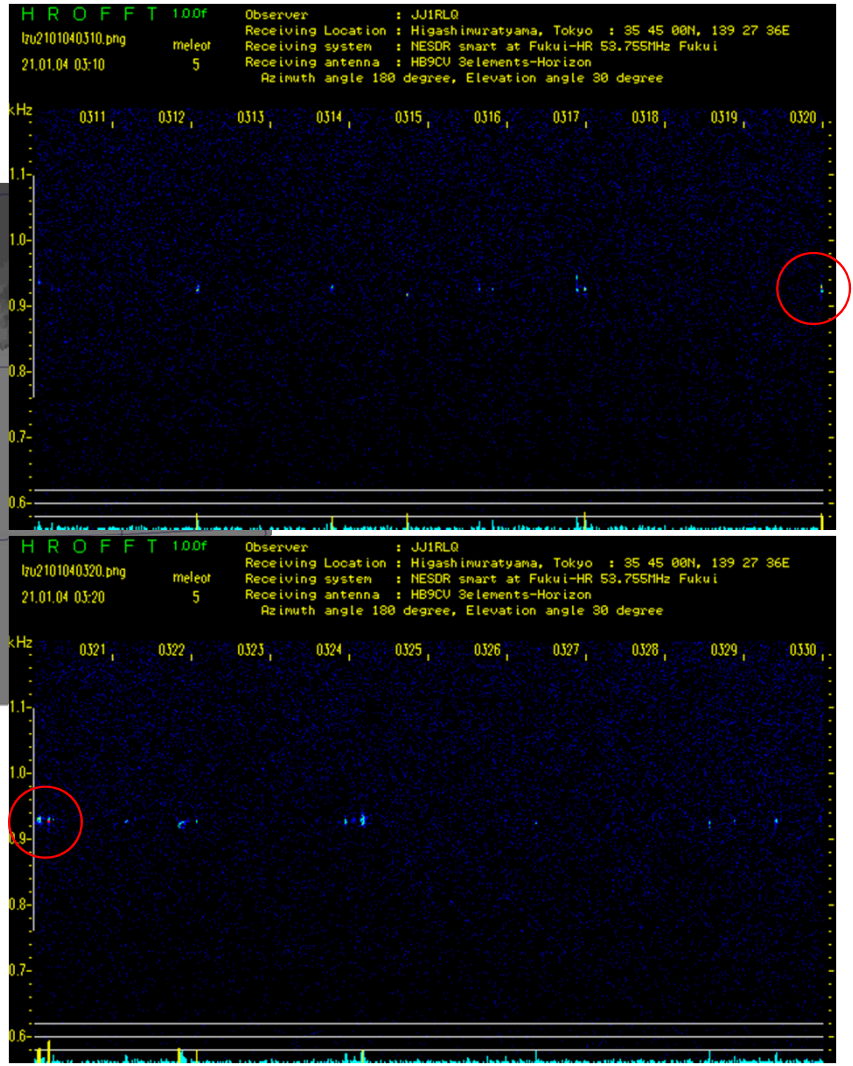


KNH　戸村さん（辻堂）

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.59	15	強	4.2E+16	OVER	_J5_Qua	−1.52	41.4	99.6	138.92	34.24	85.3	138.75	34.12

_20210104_031958

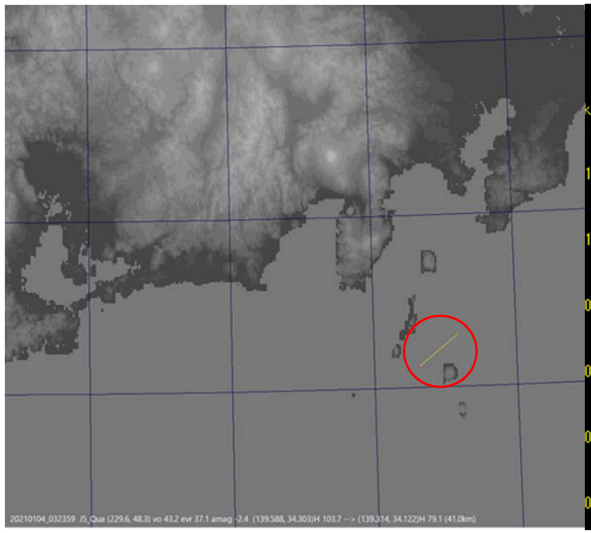


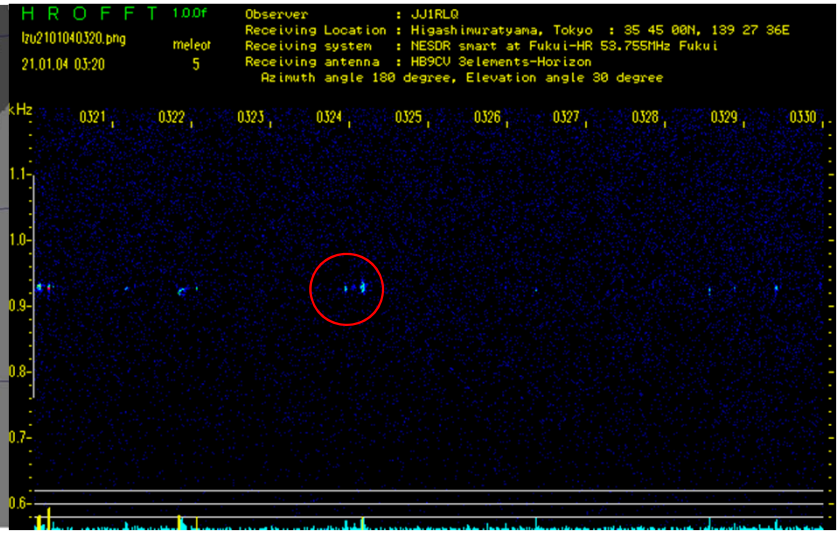


KNI　萩原さん（平塚）

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2
0.41	2	強	5.3E+16	UNDER	_J5_Qua	−1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1
0.41	12	強	5.3E+16	OVER	_J5_Qua	−1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1

_20210104_032359

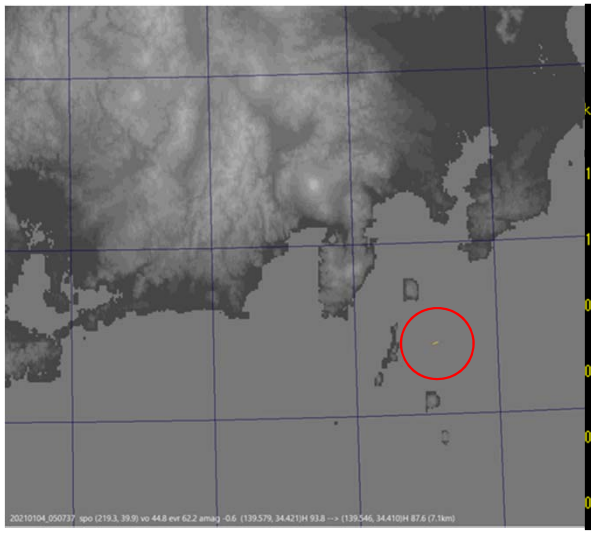


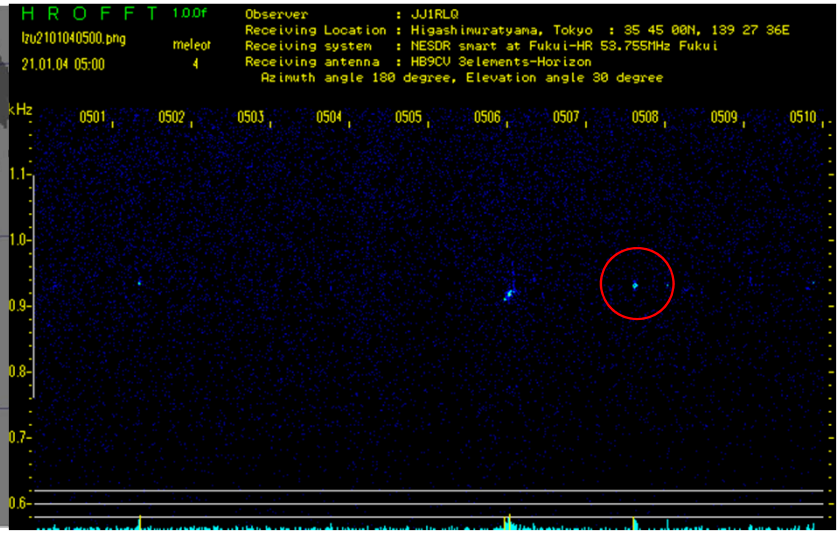


KN9　永井（茅ヶ崎）スペクトル画像

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.95	2	弱	9.5E+16	UNDER	_J5_Qua	−2.40	41.4	103.7	139.59	34.30	79.1	139.31	34.12

_20210104_050737

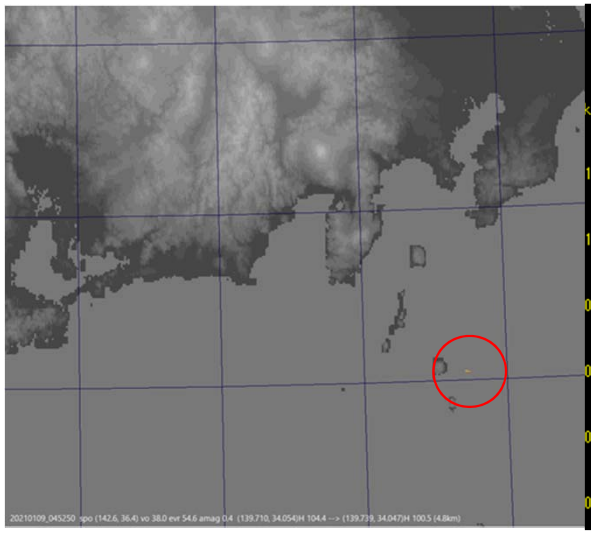


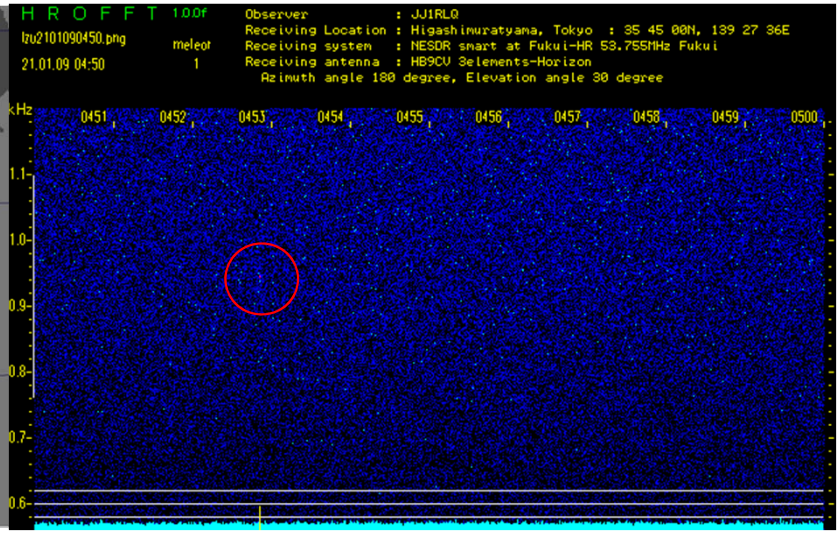


KNI　萩原さん（平塚）

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.16	6	強	1.8E+16	OVER	_spo	−0.57	43.2	93.8	139.58	34.42	87.6	139.55	34.41

_20210109_045250

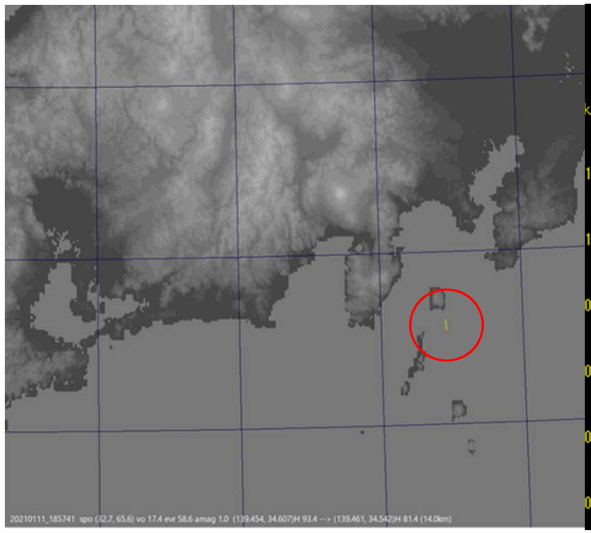


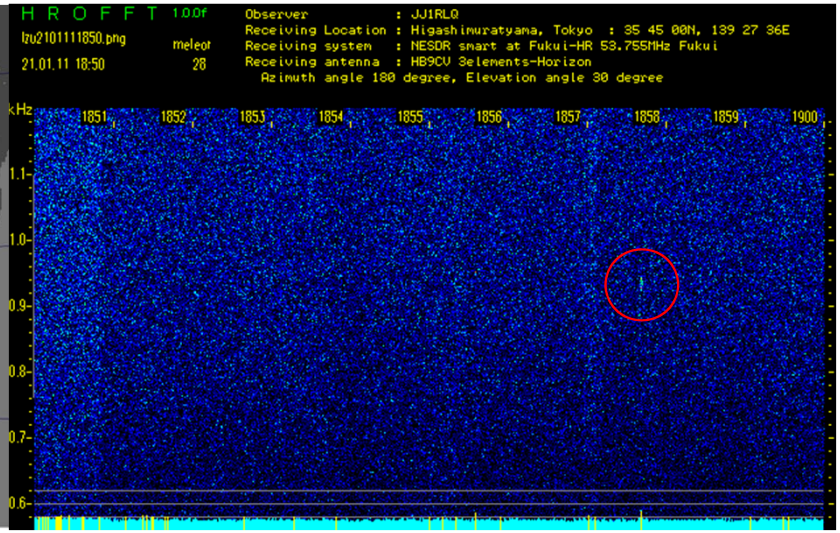


KNH　戸村さん（辻堂）

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.13	1	強	6.4E+15	UNDER	_spo	0.38	36.6	104.4	139.71	34.05	100.5	139.74	34.05

_20210111_185741

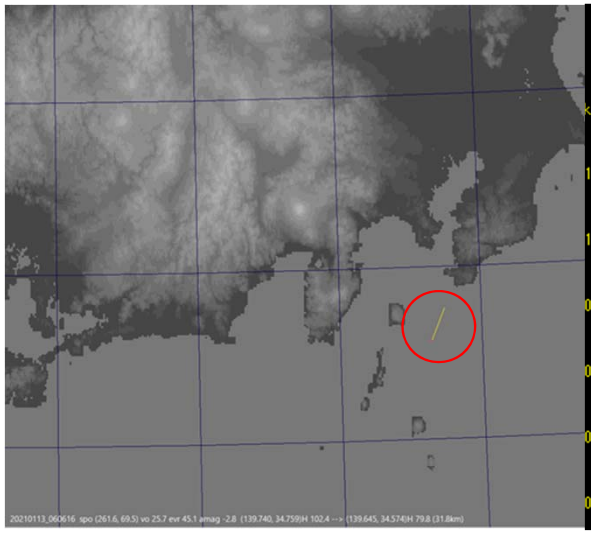


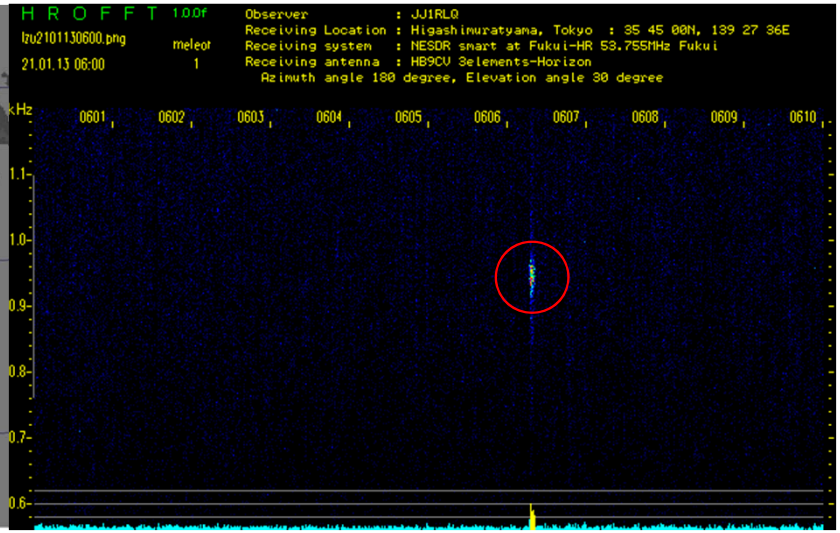


KND　横関さん（平塚）

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.78	2	強	1.3E+15	UNDER	_spo	1.02	13.3	93.4	139.45	34.61	81.4	139.46	34.54

_20210113_060616

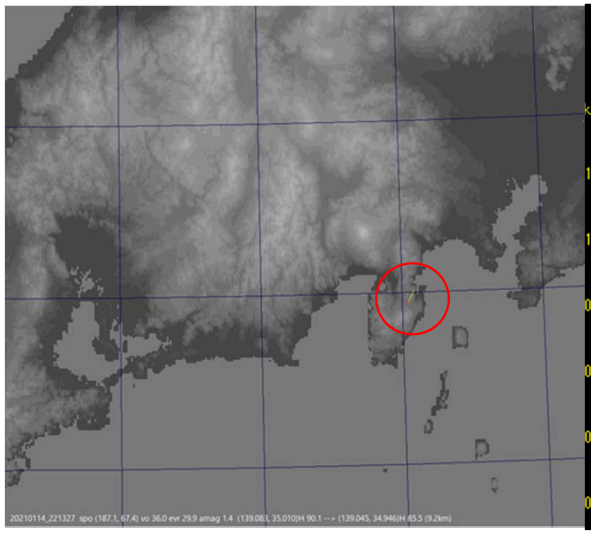


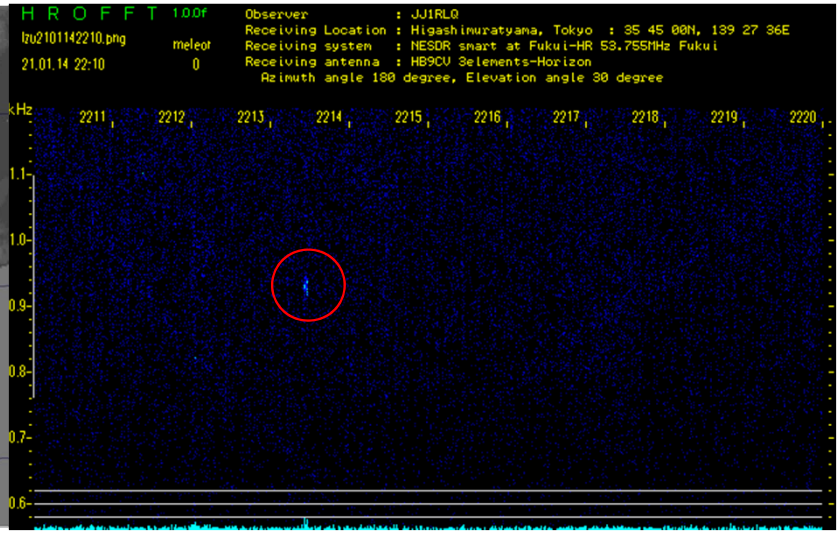


KND　横関さん（平塚）

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
1.20	5	強	7.9E+16	UNDER	_spo	−2.84	23.0	102.4	139.74	34.76	79.8	139.64	34.57

_20210114_221327

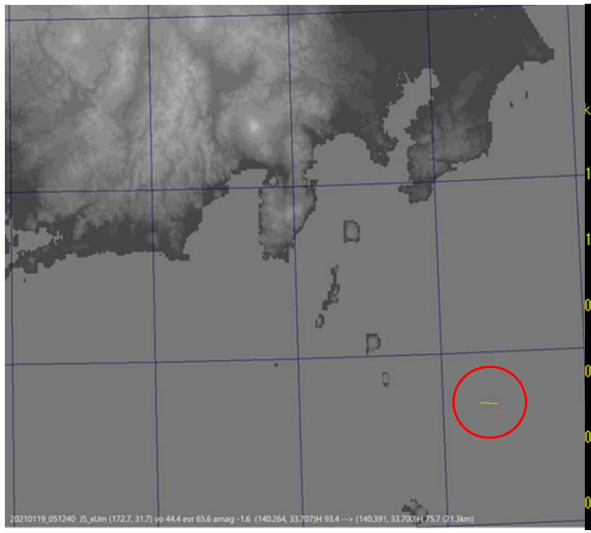


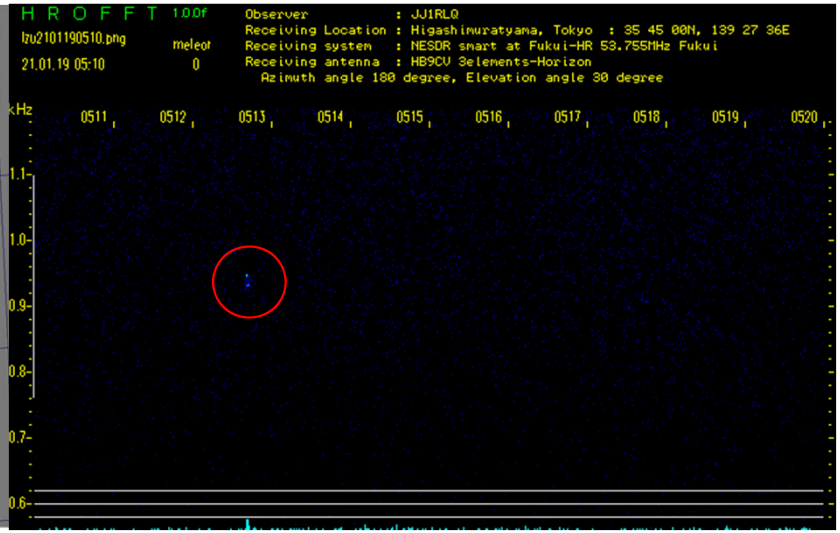


KN6　岡澤さん（茅ヶ崎）

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.27	5	弱	2.3E+15	UNDER	_spo	1.43	34.1	90.1	139.08	35.01	85.5	139.04	34.95

_20210119_051240

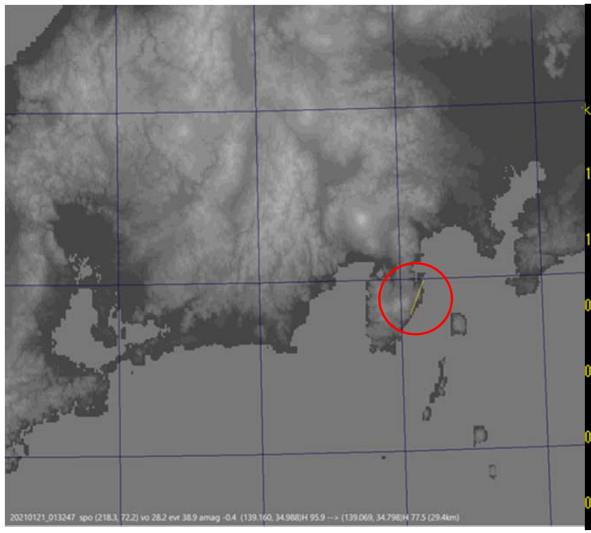


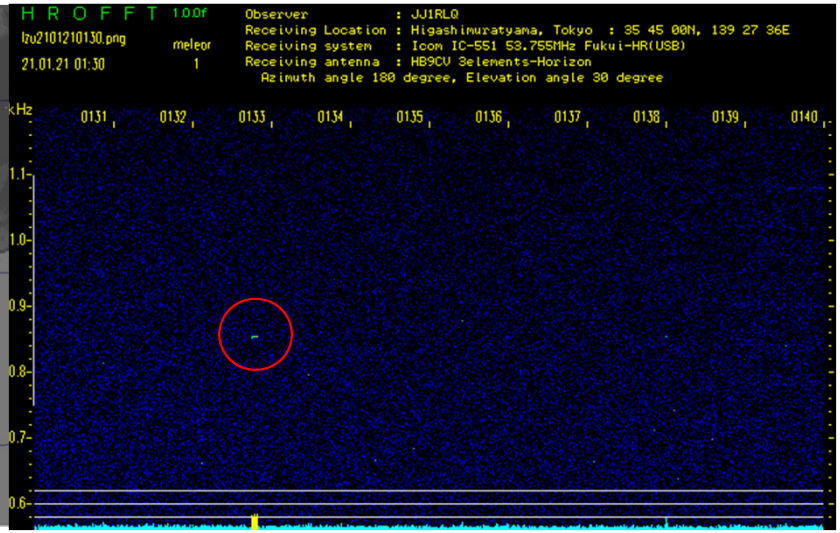


KN9　永井（茅ヶ崎）スペクトル画像

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.48	1	弱	4.6E+16	UNDER	_J5_xUm	−1.57	43.2	93.4	140.26	33.71	75.7	140.39	33.70

_20210121_013247

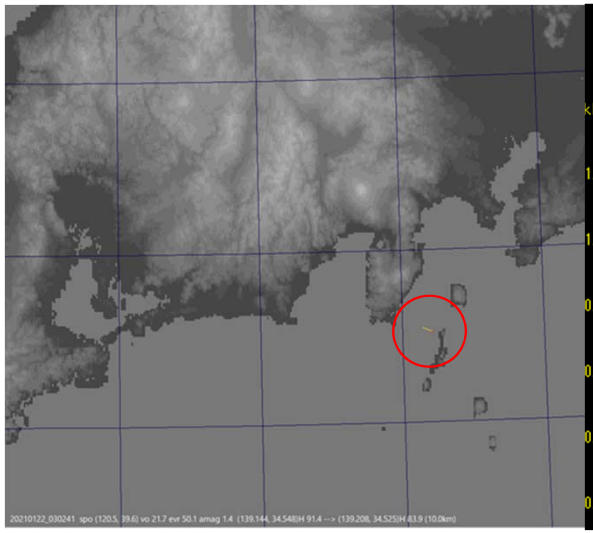


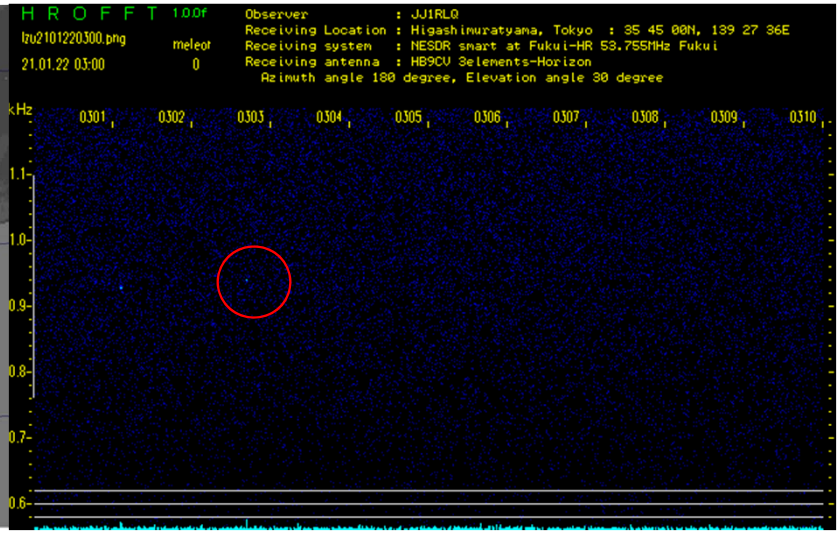


KND　横関さん（平塚）

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
1.03	6	強	9.6E+15	UNDER	_spo	−0.42	25.7	95.9	139.16	34.99	77.5	139.07	34.80

_20210122_030241

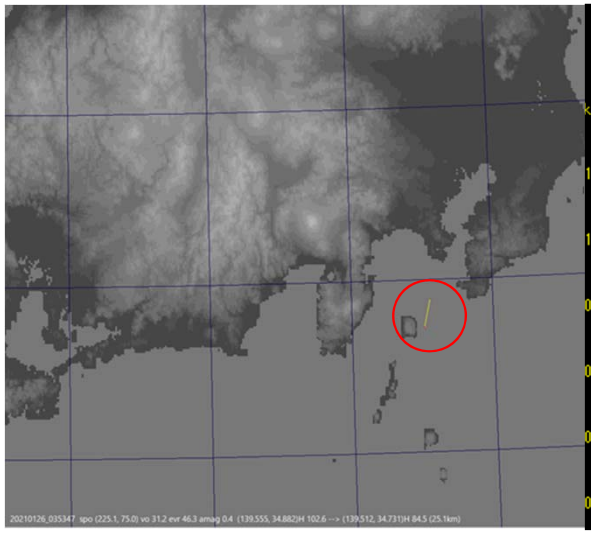


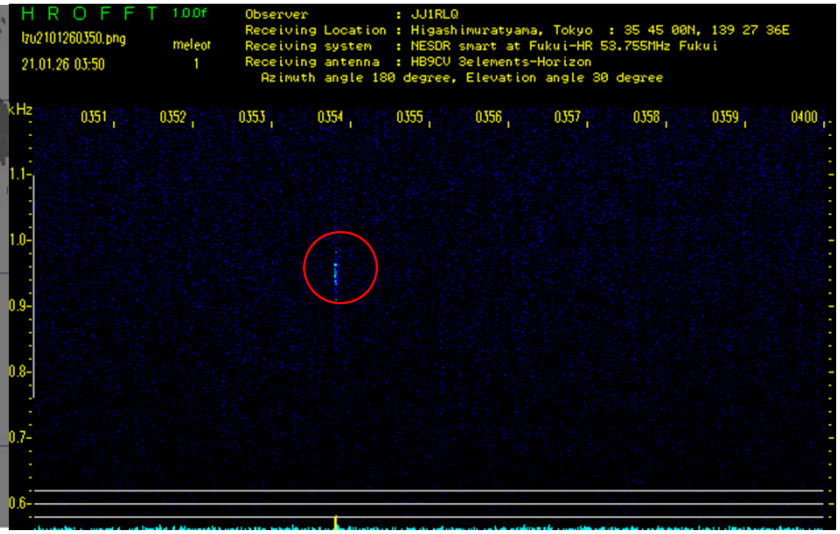


KNH　戸村さん（辻堂）

継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.46	1	弱	1.2E+15	UNDER	_spo	1.45	18.9	91.4	139.14	34.55	83.9	139.21	34.53

_20210126_035347





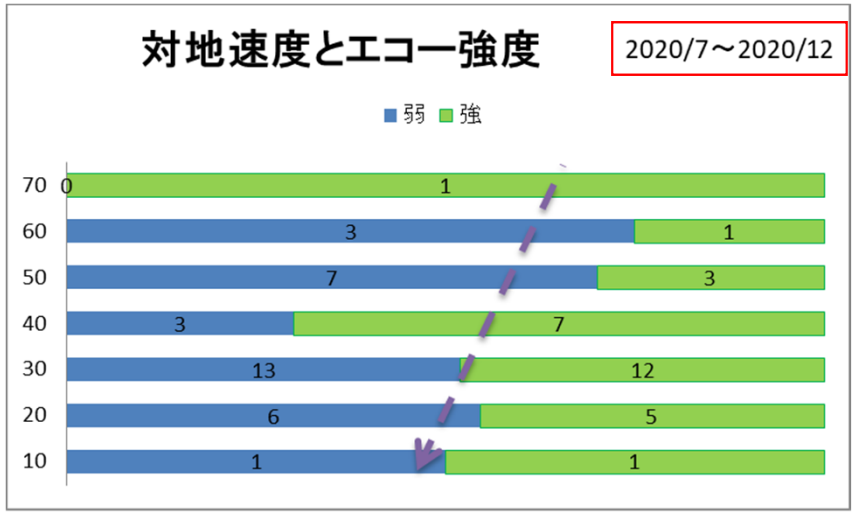
KND　横関さん（平塚）

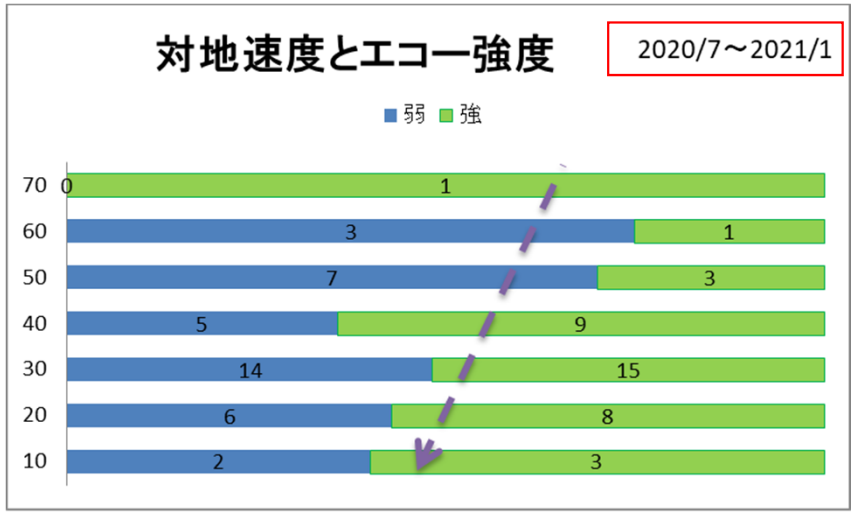
継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	絶対等級	対地速度	_H1	経度1	緯度1	_H2	経度2	緯度2
0.80	1	強	5.3E+15	UNDER	_spo	0.35	29.1	102.6	139.55	34.88	84.5	139.51	34.73

結果と考察

- 課題とポイント
  - 対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する
    - 対地速度とエコー強度が逆の相関関係にあれば確認出来た事になる
  - なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？
    - 光学流星が電波で検出できないのはなぜ？
    - 電波流星が光学で検出できないのはなぜ？

対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する

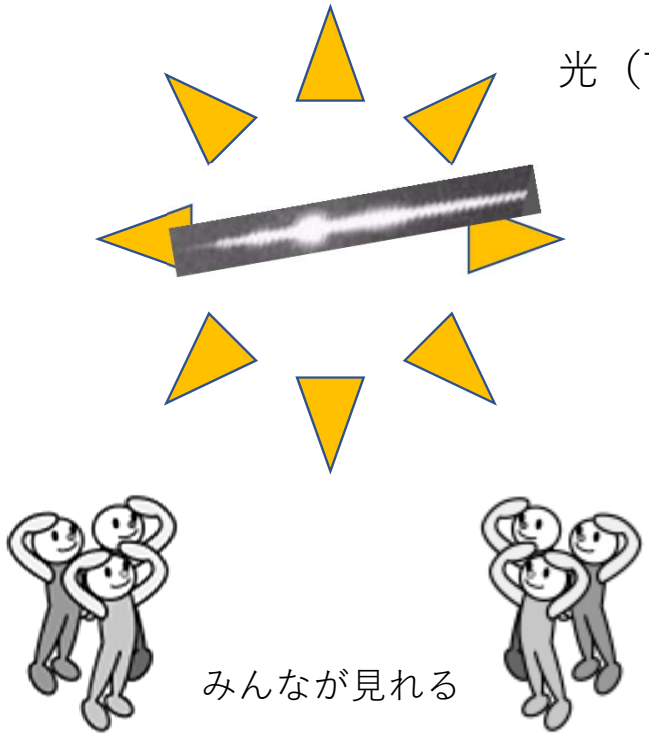


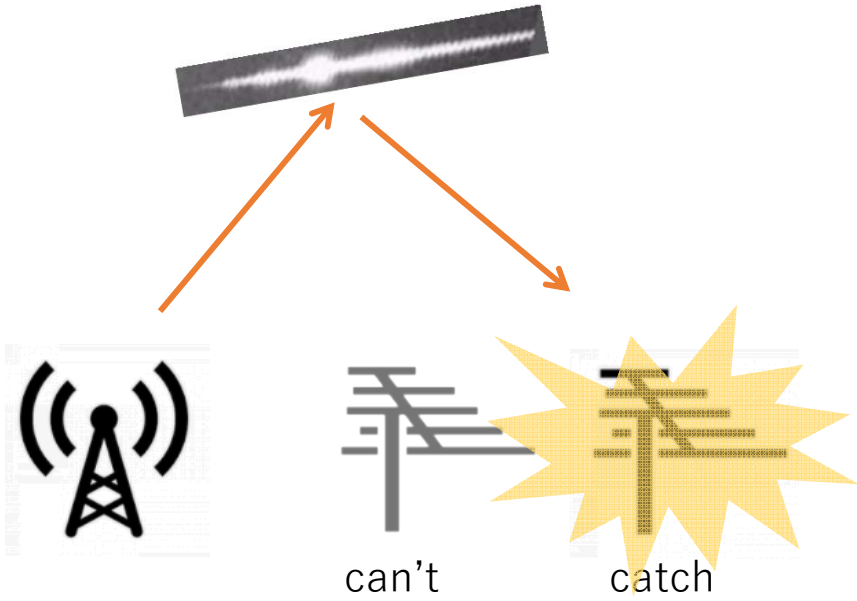


2021年1月の13個を追記しました
速度とエコー強度のトレンドは、より顕著になったようです

なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？

- 光学流星が電波で検出できない理由





なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？

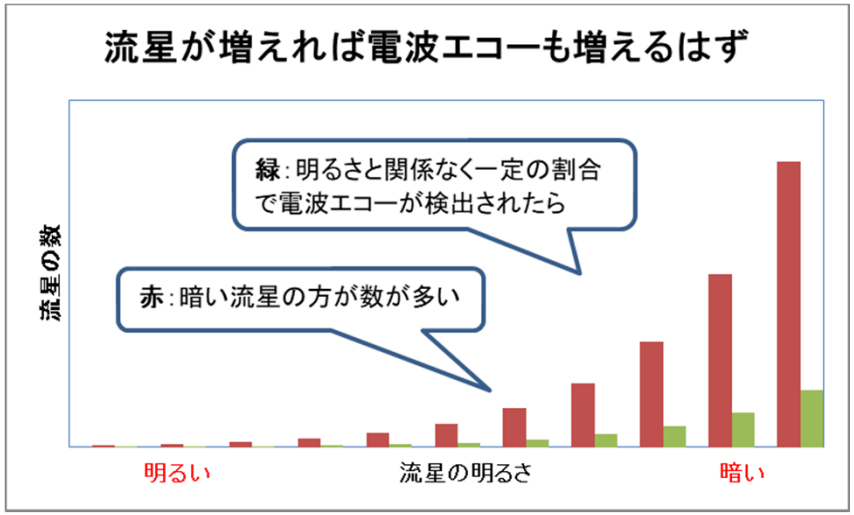
- 電波流星が光学で検出できない理由

流星の絶対等級	質量(g)	観測手段
−10	10000	火球
−5	100	肉眼、写真
0	1	写真、ビデオ
+5	0. 01	ビデオ、radar
+10	0. 0001	望遠鏡、radar

渡部, 木曽シンポジウム2009

ビデオは明るい流星の観測手段、
電波は暗い流星の観測手段となっています
5等の欄ではビデオと電波の両方となっています（電波光学同時流星の領域）

明るい流星はビデオ観測・暗い流星は電波観測と言うすみ分け
暗い流星はビデオに写らないが電波なら(反射を)観測出来る と言う意味

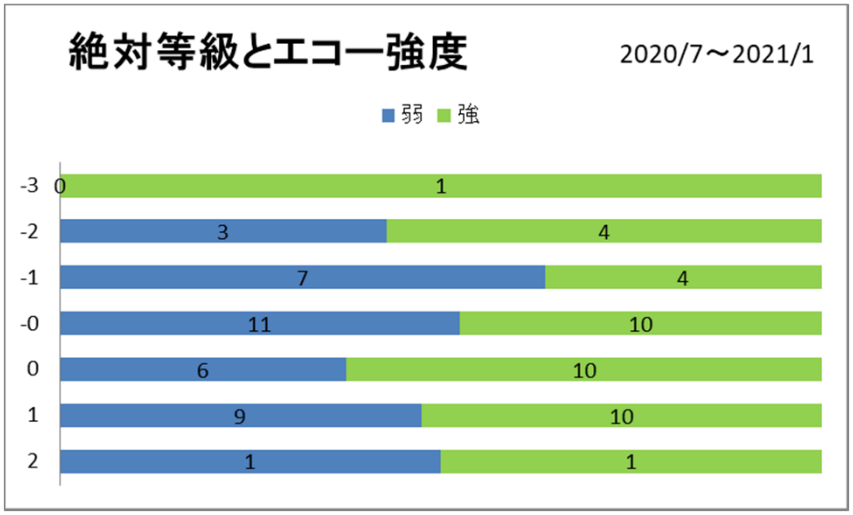


暗い流星の方が数が多い事は容易に想像できます
明るさに寄らず一定の割合で流星がプラズマチューブを作れば電波観測では暗い流星を多く検出している事になります

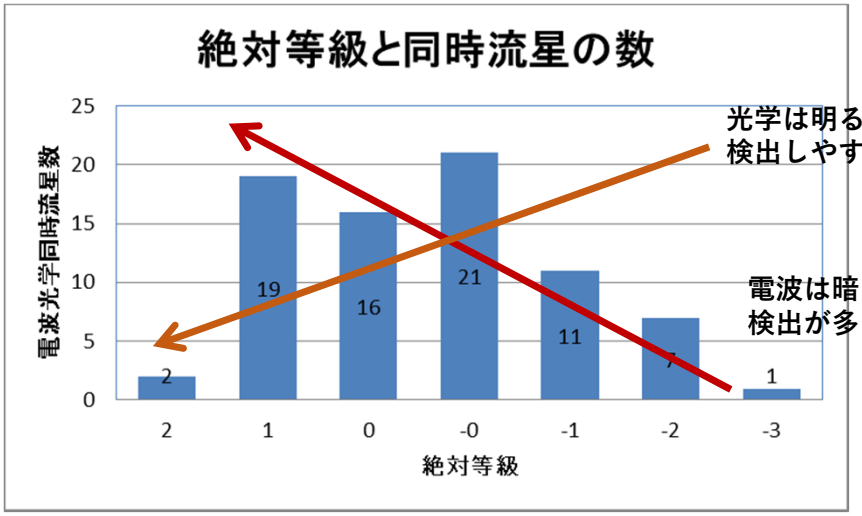
電波でたくさん検出出来ても光学と同時にならない物が多い

なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？

- 電波流星が光学で検出できない理由



2021年1月の13個を追記しました
半分づつに分かれてきたようです



絶対等級と同時流星数を見ると暗い方が数が増える傾向に見えなくもないです
一方、暗い流星は光学観測で検出数が減るので暗くなるにつれて同時流星の数が減る
グラフは2つの傾向が合成されたもの

以上です

対地速度と電波強度の関係が見えて来ました
あと少しだけ観測を継続してみます

電波流星が光学で検出できない様子も見えて来たと思います
暗い流星をTV観測しないと理由を明確に出来ないですが
現状の方法で、あと少しだけ継続してみます

HRO流星レーダー観測領域プログラム(永井和男)
HRO流星レーダー反射領域プログラムを作成しましたのでお知らせします。
流星電波観測国際プロジェクトの流星電波観測反射領域で反射領域の考え方が示されています。
https://www.amro-net.jp/research/hro-ref_j.html
わたくしは電波と光学の同時流星の判定を時刻だけで行っています。時刻だけでは偶然に同時刻になる事もありますので別な判定がツールが欲しくなりこのプログラムを作成しました。フリーソフトですのでご使用は自己責任でお願いします。

HRO流星レーダー観測領域プログラム

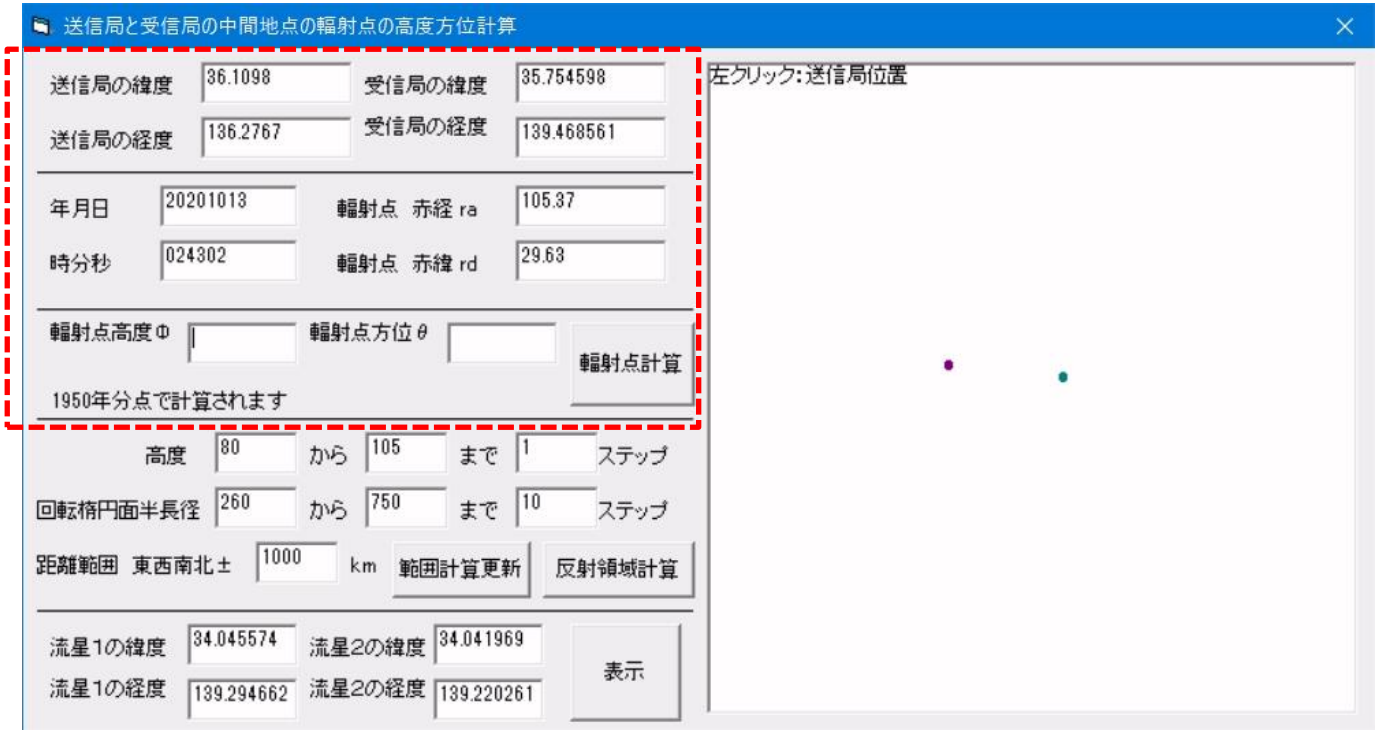
流星レーダー反射領域を求めるプログラムです
フリーソフトですのでご使用は自己責任でお願いします
このソフトを使用した研究等はレファレンス等にその旨の記述をして下さい

神奈川県　永井和男
2021/6/3

HRO流星レーダー観測領域プログラムの使い方

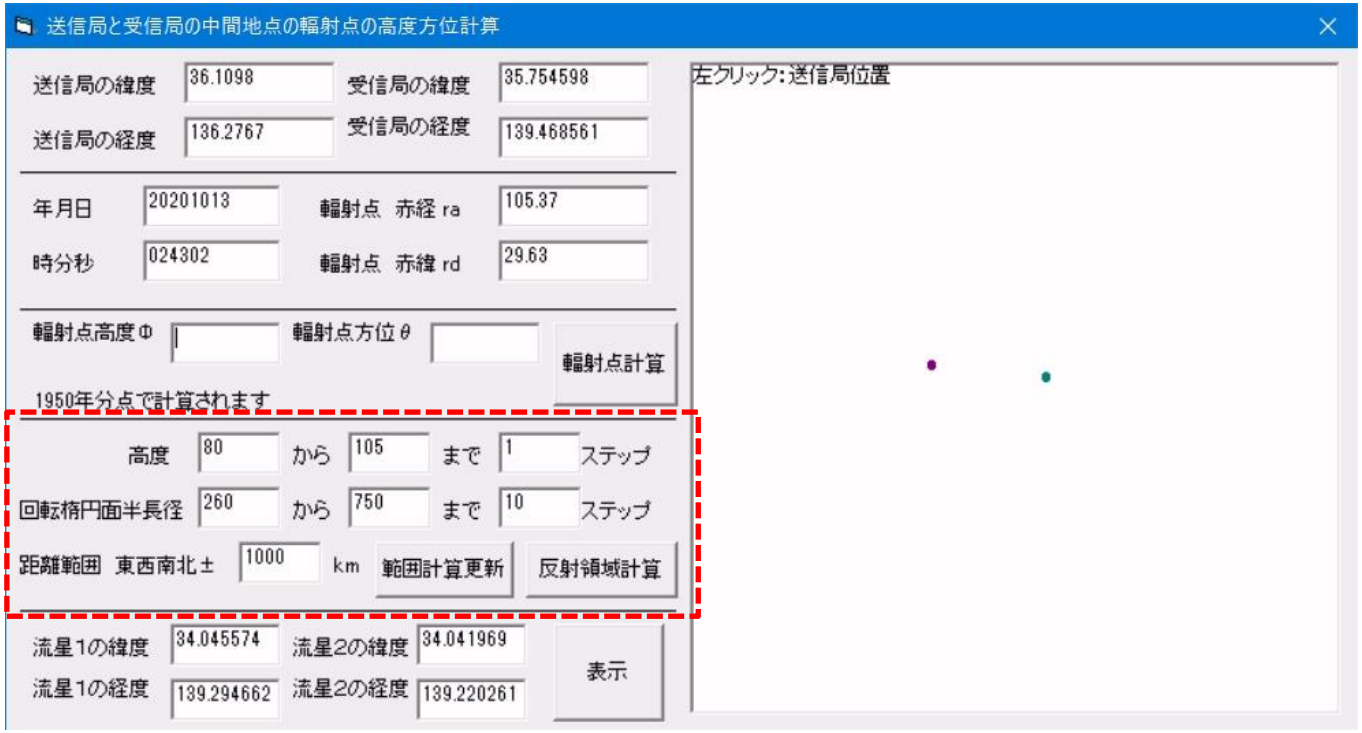
- プログラム作成にあたって流星電波反射領域は流星電波観測国際プロジェクトのホームページを参照しました
  - https://www.amro-net.jp/research/hro-ref_j.html
- HRO流星レーダー観測領域.exeと輻射点・高度方位.iniを同じフォルダーにおいてください
- プログラムはVisual Basic Ver5 sp3で作りました. 実行にはVisual Basic Ver5 sp3のランタイムライブラリが必要です. ランタイムライブラリはVectorなどから入手できます
  - https://www.vector.co.jp/soft/win95/util/se081909.html
- 反射領域を計算し緯度経度に変換する最終処理の部分は送信所を原点として回転させましたので（平面としていますので）実際とのズレが出来ます
  - 電波と光学の同時判定ツールとしてご利用願います
- プログラム作成にあたって、流星電波懇談会主催者の杉本氏と懇談会や電子メールで指導して下さった小川氏に感謝いたします
- プログラムは http://nga-star.o.oo7.jp/hro_ref.zip からダウンロードできます

輻射点高度と方位角の設定



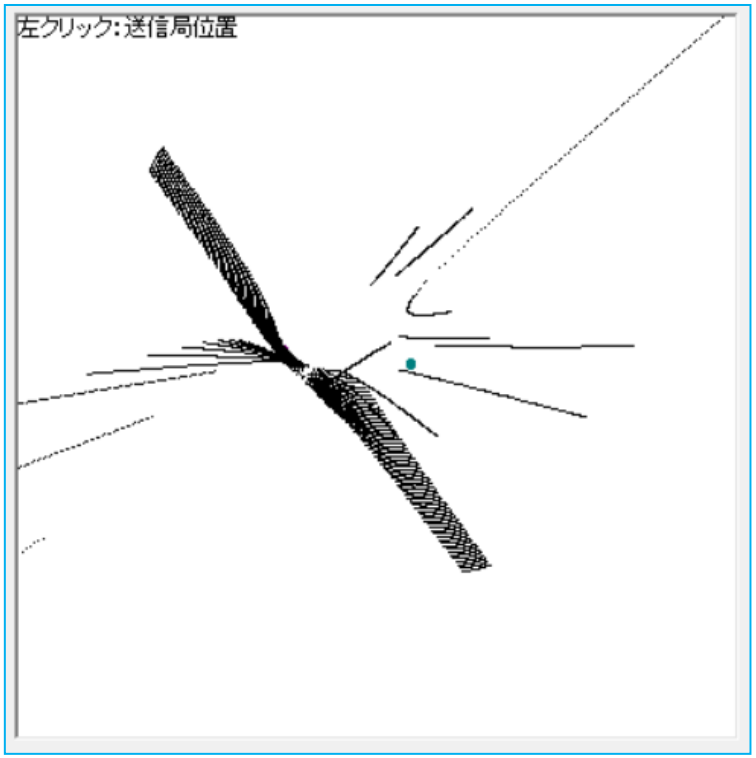
- 最初に輻射点の高度と方位を設定します
- 直接手入力するか、送受信局の緯度経度・年月日時分秒・輻射点の赤経赤緯を入力し「輻射点計算」ボタンを押します

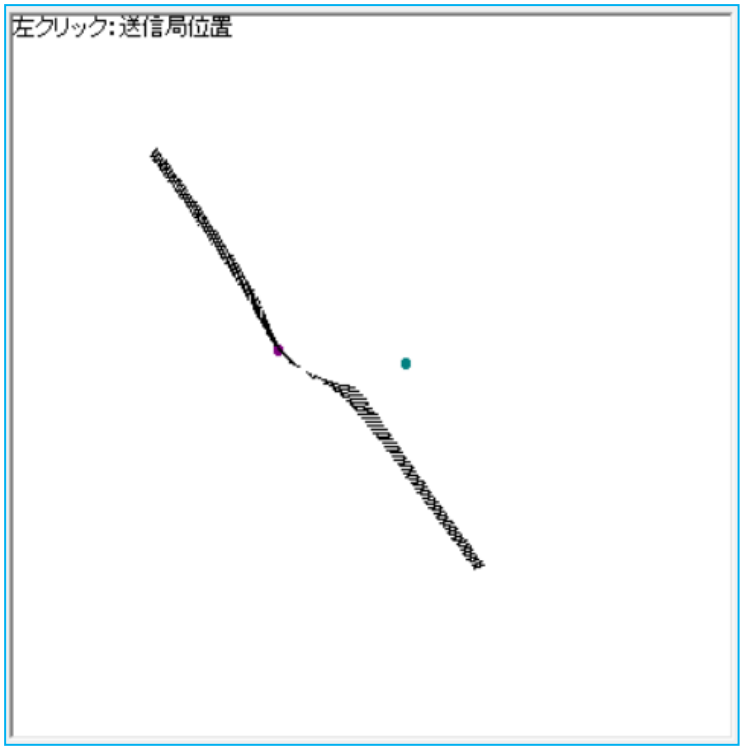
反射領域計算



- 「反射領域計算」ボタンを押すと反射領域計算結果が右の画面に描画されます
- 計算範囲の変更は「高度」と「回転楕円面半長径」の値を変えてから「反射領域計算」ボタンを押します
- 表示範囲は「距離範囲 東西南北±」の値で変更できます
- 右画面の描画エリアでマウスクリックすると送信局の表示位置を変更できます

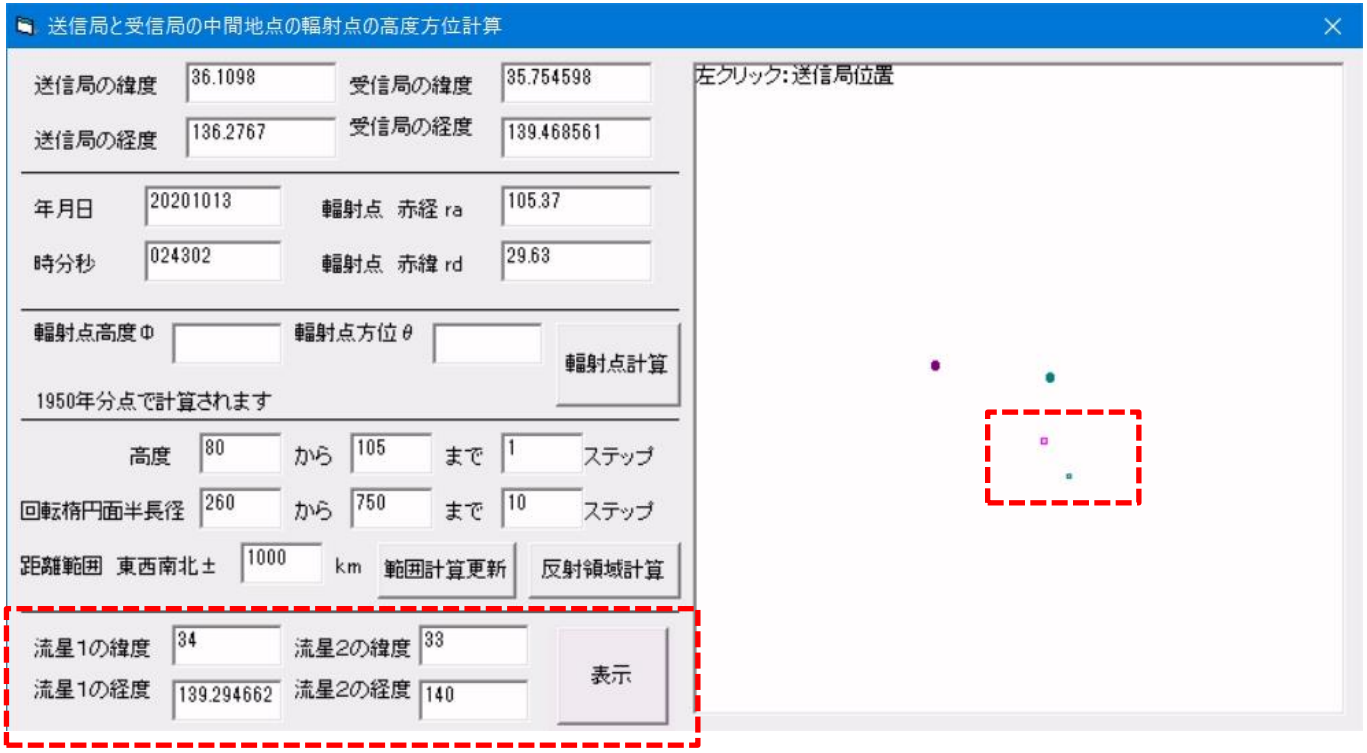
「高度」と「回転楕円面半長径」の値





- 左の様な計算都合の折り返しが現れないように「回転楕円面半長径」の値を変えて「反射領域計算」します
- 高度は同時判定したい光学流星の始点・終点高度より広い範囲を設定します

流星の表示



- 流星１、流星２の緯度経度を入力して「表示」ボタンを押すと表示されます
- 赤四角が流星１、緑四角が流星２です．このように流星の始点・終点の緯度経度を表示できます
- 他に赤丸は送信所で、緑丸は受信所です

HRO(Fujito) vs CMOR vs Video vs Visual(AMS)

―――電波観測(HRO)が見ているもの(小関正広)

ビデオ観測とHROの特性の差を検討し、同時観測が成立しにくい理由を示した。HROは何を見ているのかわからないという批判もあるが、今回の調査によって、レーダーによる電波観測とビデオ観測の中間的な性格を帯びていることが示された。HROは眼視観測とほぼ同じ領域の流星現象を捉えていると考えられる。

HRO(Fujito) vs CMOR vs Video vs Visual(AMS)
―――電波観測(HRO)が見ているもの

2021/mm/dd **OnlineMSS**
日本流星研究会
小関正広

要旨：ビデオ観測と HRO の特性の差を検討し、同時観測が成立しにくい理由を示した。HRO は何を見ているのかわからないという批判もあるが、今回の調査によって、レーダーによる電波観測とビデオ観測の中間的な性格を帯びていることが示された。HRO は眼視観測とほぼ同じ領域の流星現象を捉えていると考えられる。

１．はじめに

2018 年 7 月 17 日の観測から、毎日、NMS 同報に四日市の藤戸健司さんが毎日 HRO の観測を報告されている。FRO の時代にはこのような報告をよく見たが、その時にはよくわからないまま眺めていただけであった。HRO が盛んになった時期には、勤務していた高校で雨でも昼間でもできる天文活動として生徒に HRO のデータ処理に取り組ませていた。熱心家たちによってビデオ観測との同時観測が HRO また MU レーダーの間で行われていたが、なかなか、同定できる観測が得られないという話を漏れ聞くままにしていた。最近、藤戸さんの観測とビデオ観測の同時が成り立つことがしばしば同報上で報じられるようになり、俄かに興味を引き立てられ、HRO と他の観測との対比を行ってみることにした。

２．使用したデータ

(1) HRO

藤戸さんの 2018 年 7 月 17 日以降、2021 年 5 月の月次報告まで NMS 同報に掲載されたデータ。当方の取り込み損ないにより一部のデータを失っている。また、HRO の特性上、周囲からの雑音、高層大気の状態による観測不良、発信機の故障等による欠測があるものの、統計的には十分な量のデータが与えられている。

(2) CMOR

カナダの流星レーダーによる観測で、29.85 MHz の電波を用いて電波等級で 6~8 等級の流星を捉えているとしている。2017 年の太陽黄経 119 度の観測以降、Norb として表示されている数値を収録している。これも当方の取り込み損ないがあるが、データの更新が一定しないで発表が飛ばされることもあり、必ずしも全期間のそろったデータではない。また、観測の都合か不明であるが極端に Norb が少ない日がある。この極端に Norb が少ない日については欠測として扱った。2021 年 5 月までのデータを使用した。

(3) Video 観測

SonotaCo ネットの 2007~18 年の 12 年間のデータを用いている。月明の影響と地球軌道上における位置が 1 年ごとにずれることを考慮すると 12 年の観測は光学観測の一つの基本単位である。もちろん、光学観測であるので薄明や天候の影響もあるがこれらについては後で触れることにする。また、EDMOND のヨーロッパでの観測も比較として用いた。

(4) 眼視観測

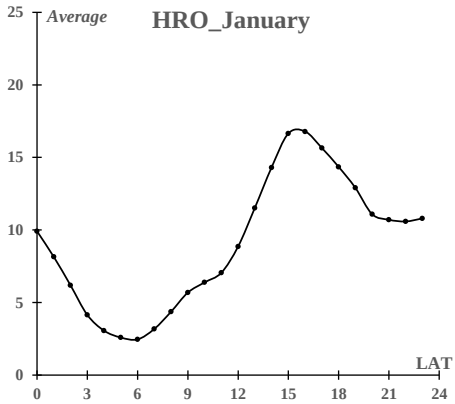
AMS(American Meteor Society)は NMS の親分のようなものである。AMS の初代会長 Olivier と NMS の創立者小槇孝二郎先生とは親交があり、小槇先生の「流星の研究」は Olivier の'Meteors'を雛形にしている。Olivier は眼視観測のデータを日毎に 1 時間ごとの流星数をカタログにしている。彼は二回カタログを発表し、二回目のカタログ(1958~63 年)には小槇先生が送られた日本のデータが使用されている。しかし、使用されたデータの期間が短く、データの得られていない時間帯が多いため、今回は日本の観測が含まれない一回目のカタログ(1901~58 年)を用いた。

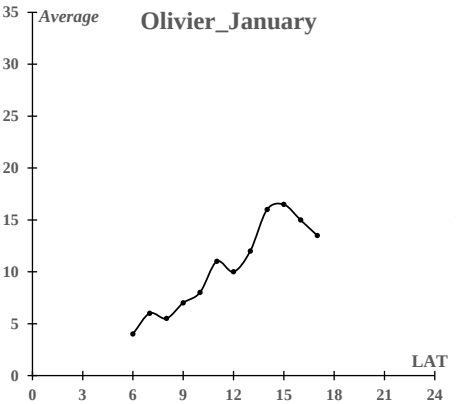
３．流星数の日変化

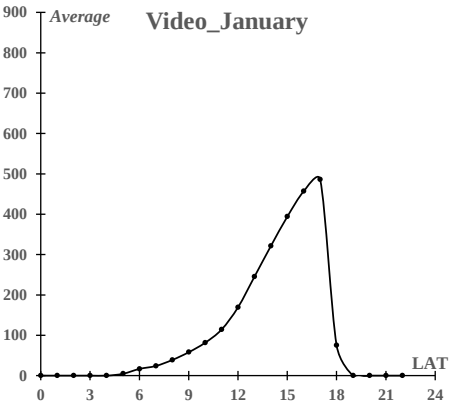
観測される流星数は夕方から増加し、日の出頃にピークに達することが眼視観測の時代からよく知られていた。Olivier による日変化のグラフによりこのことが確認される（第 1 図）。Olivier のグラフの横軸は「地方天文時(Local Astronomical Time)」（註参照）が使われている。これに合わせて、HRO とビデオ観測でも地方天文時(LAT)を用いることにする。

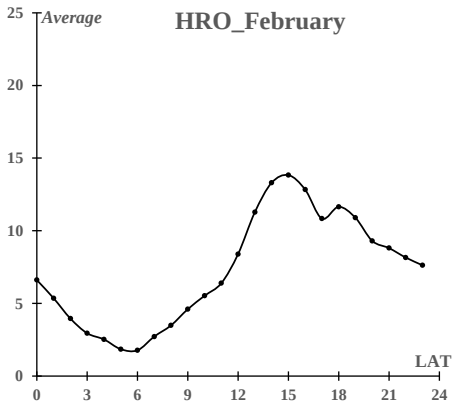
第 1 図の縦軸はそれぞれの最大値に合わせてあるので、グラフの外観から三者の違いを知ることができる。光学観測では薄明の影響を避けることができずに極大・極小の時間が季節によって多少変動しているが、HRO では年間を通して、ほぼ極小が LAT=6h、極大が LAT=18h になっている。また、この極大・極小の時間はいずれの観測でも流星群の活動の影響をほぼ受けていない。

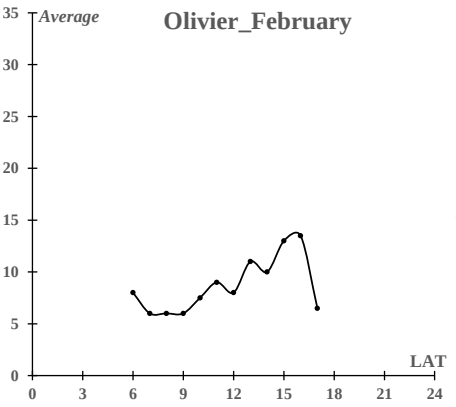
第 1 図：観測される流星数の日変化。月ごとの平均値で示している。HRO はエコー数、Olivier による眼視観測は修正された流星数。ビデオ観測は SonotaCo ネットによって捉えられた輻射点数。

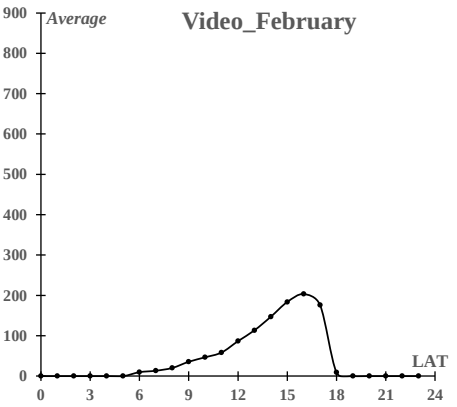

HRO_January
Average
LAT

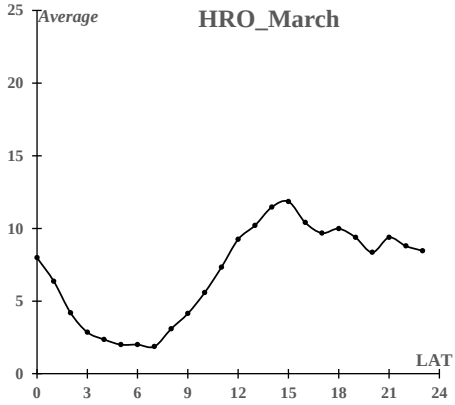

Olivier_January
Average
LAT

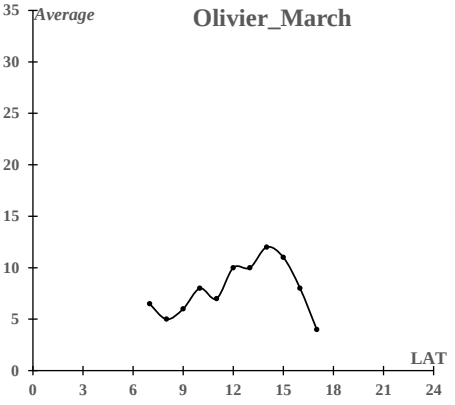

Video_January
Average
LAT

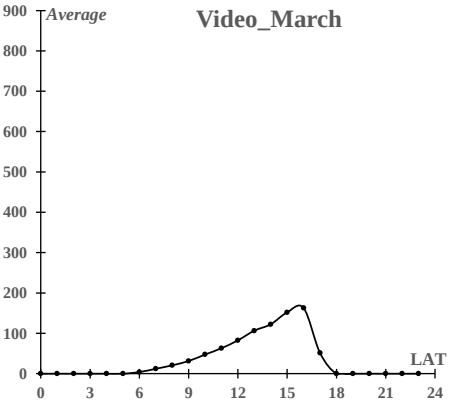

HRO_February
Average
LAT

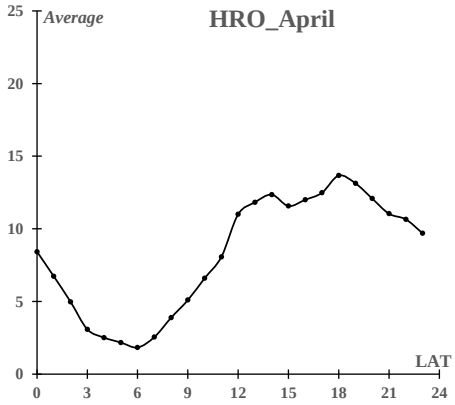

Olivier_February
Average
LAT

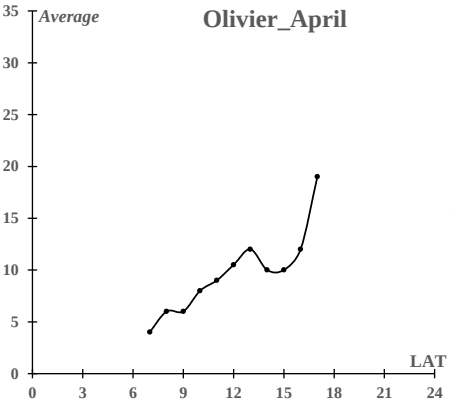

Video_February
Average
LAT

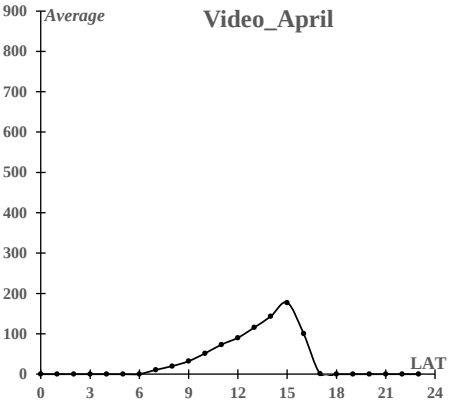

HRO_March
Average
LAT

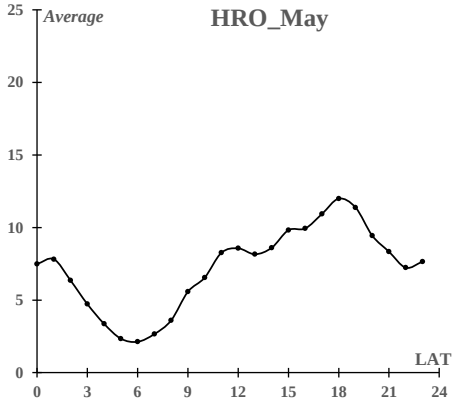

Olivier_March
Average
LAT

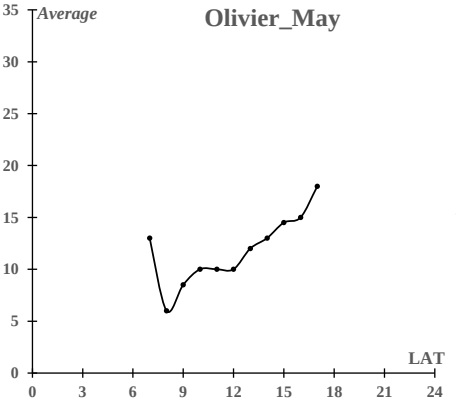

Video_March
Average
LAT

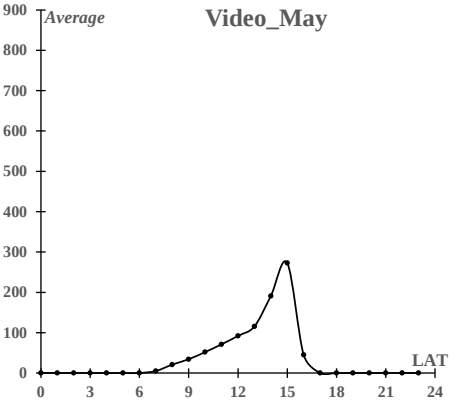

HRO_April
Average
LAT

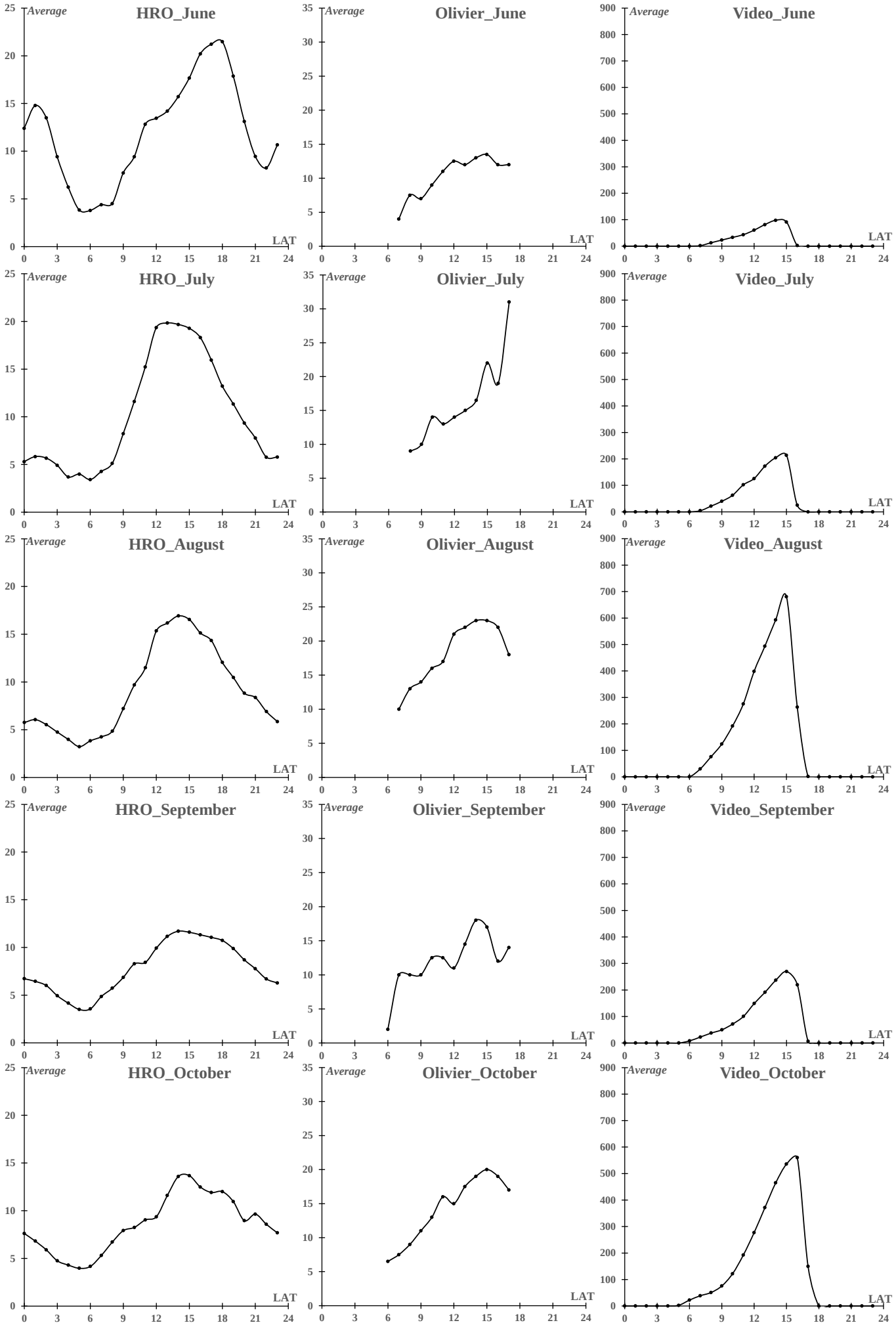

Olivier_April
Average
LAT

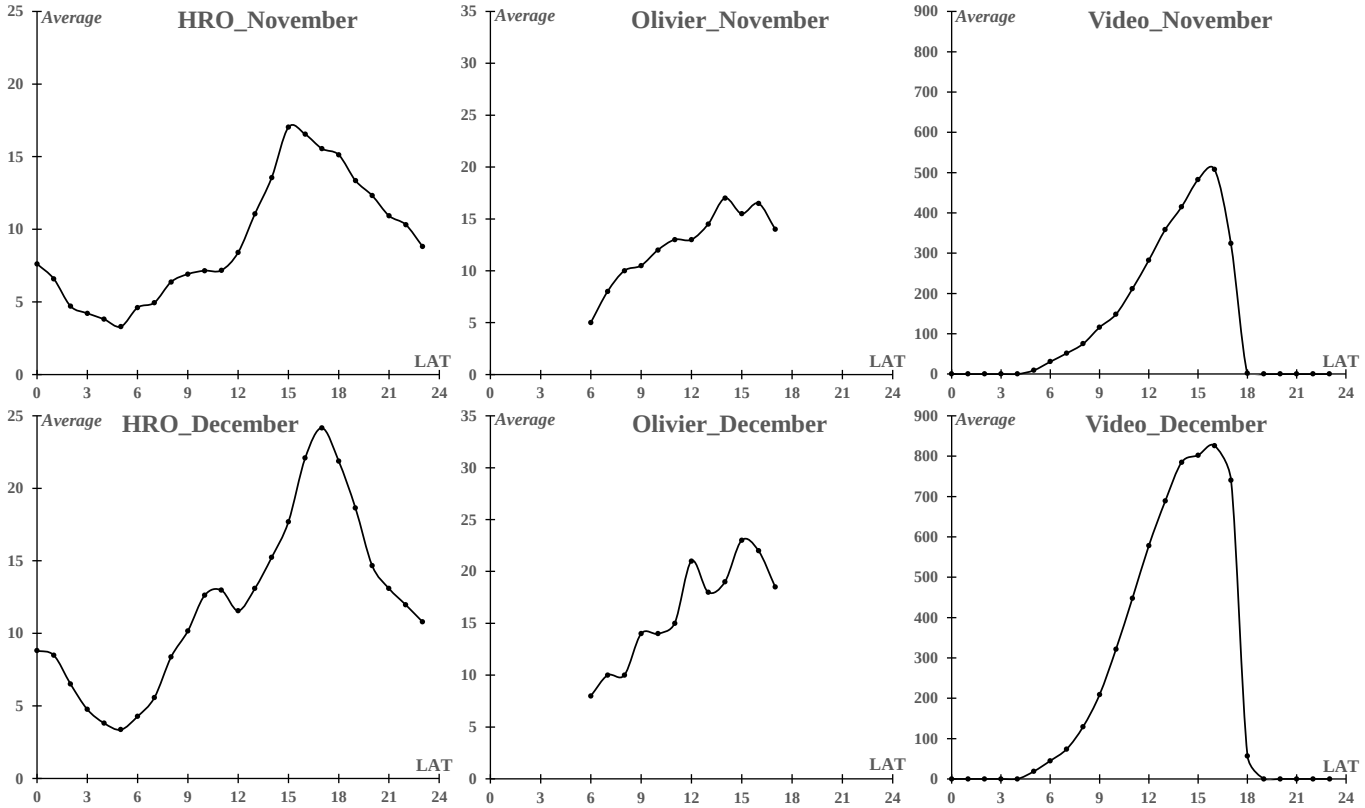

Video_April
Average
LAT


HRO_May
Average
LAT

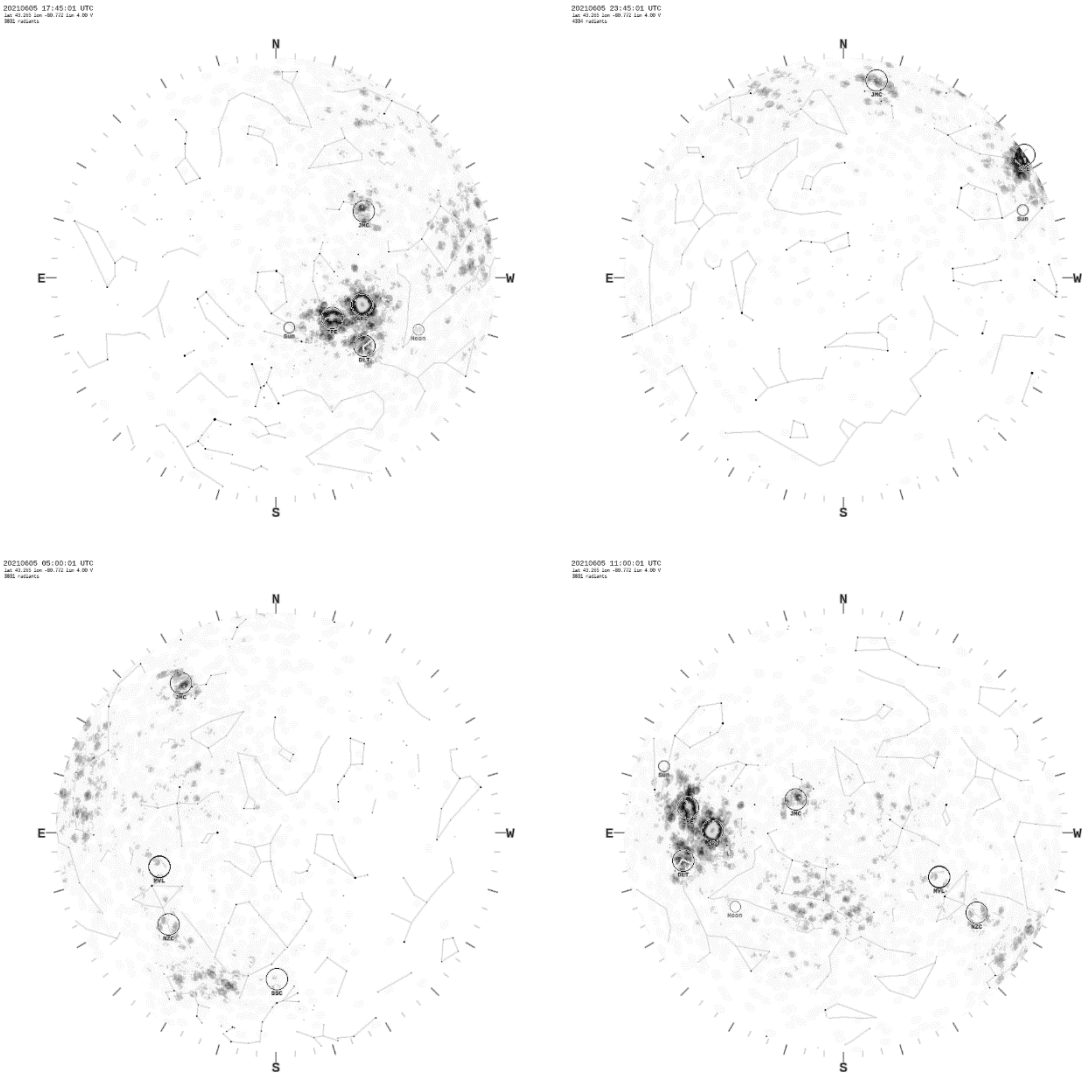

Olivier_May
Average
LAT


Video_May
Average
LAT


HRO_June
Olivier_June
Video_June
HRO_July
Olivier_July
Video_July
HRO_August
Olivier_August
Video_August
HRO_September
Olivier_September
Video_September
HRO_October
Olivier_October
Video_October
Average
LAT



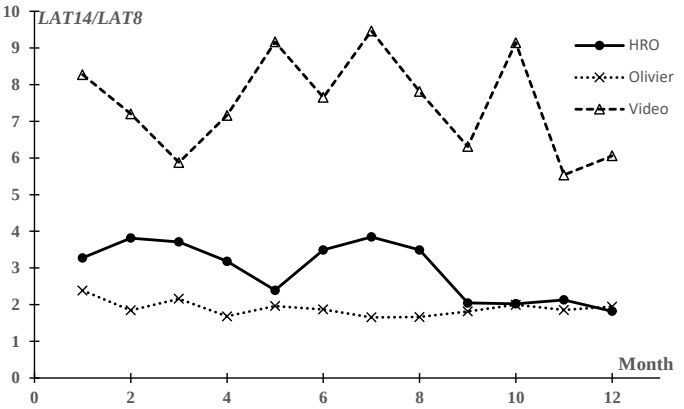
第２図：2021 年 6 月 5 日の CMOR の観測による輻射点分布図（色調を反転して、モノトーンにしている）。左上(LAT=0)、右上(LAT=6)、左下(LAT=12)、右下(LAT=18)



CMOR では発表が１日単位のため、日変化の様子はわからないが、地球の自転に合わせて回転させた輻射点分布図が発表されており、これを第２図に示した。電波観測であっても輻射点が地平線に近ければ観測される数は少ないのだが、第２図の CMOR の輻射点分布図は１日分の輻射点すべてを示しており、それぞれの時間帯に観測される実際の輻射点ではない。しかし、CMOR の輻射点分布図は夕方が極小、朝方が極大となることは地球向点と地球背点の輻射点数の違いによるものであることを明らかに示している。

日変化のグラフは HRO でもビデオでも似た形になる。６月の HRO の極大が昼間群の活動により他の月よりも遅くなっていることが目立つ程度である。ビデオ観測では６月と１２月の極大値の差が大きくなっているが、これは明らかに天候の影響によるものである。HRO ではこの差が小さく、６月と１２月がほぼ同じ極大値になっており、昼間群の活動がいかに強いものであるかを示している。

第３図: 日変化における LAT=14h の流星数と LAT=8h の流星数の比。



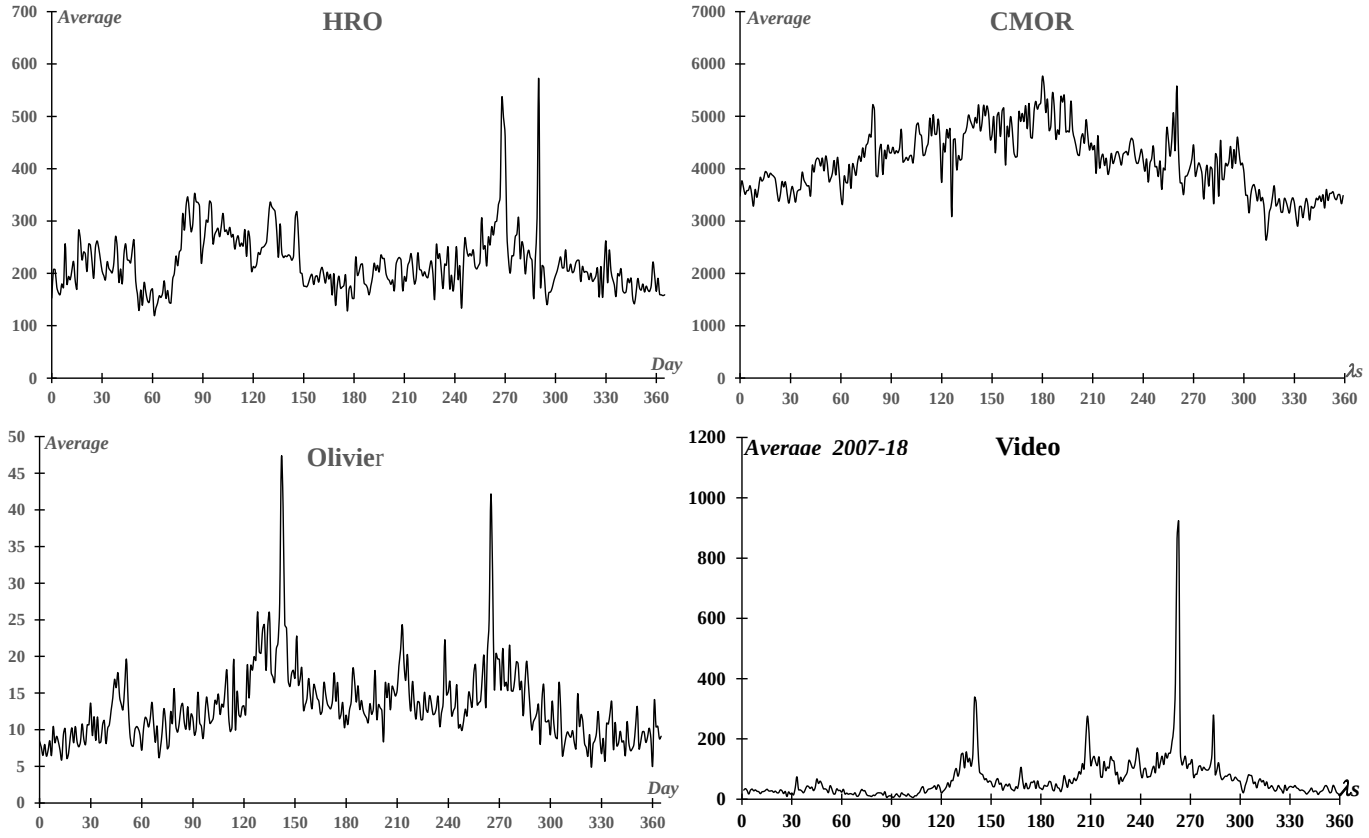
このように３者の観測は外観上よく似ている。しかし、眼視(Olivier)と HRO に比べてビデオ観測は明らかに特別なものである。夕方から朝方にかけての増加率をみてみよう。極大、極小に近い時間帯は季節により薄明の影響を受けるため、8~9(LAT)に対する 14~15(LAT)の観測数比を調べると第３図のようになる。年間を通してビデオ観測は眼視や HRO に比べて朝方の増加率が 2~3 倍高いことが分かる。この違いについては「５．検討」で触れることにする。

註：ある年代から上の方は思い出される方もあろう。地方天文時は夜間の天体観測で時刻表示が 23 時、0 時と途切れるのを防ぐために導入された昼の 12 時を 0 時とする表記である。流星観測で二重日付や 25 時のような表記が用いられたりするのと同様の目的である。しかし、現在では地方天文時をインターネットで検索しても見つからない。

４．流星数の年変化

観測方法による流星数（輻射点数）の年変化の違いを第４図に示した。CMOR とビデオ観測では太陽黄経１度ごとの集計になるが、HRO と眼視(Olivier)では１日ごとの集計である。見かけ上は４つの観測をほぼ同じ条件で示すために、HRO と眼視観測のグラフは 3 月 22 日を 0 として描いている。

第４図：観測流星数の年変化。

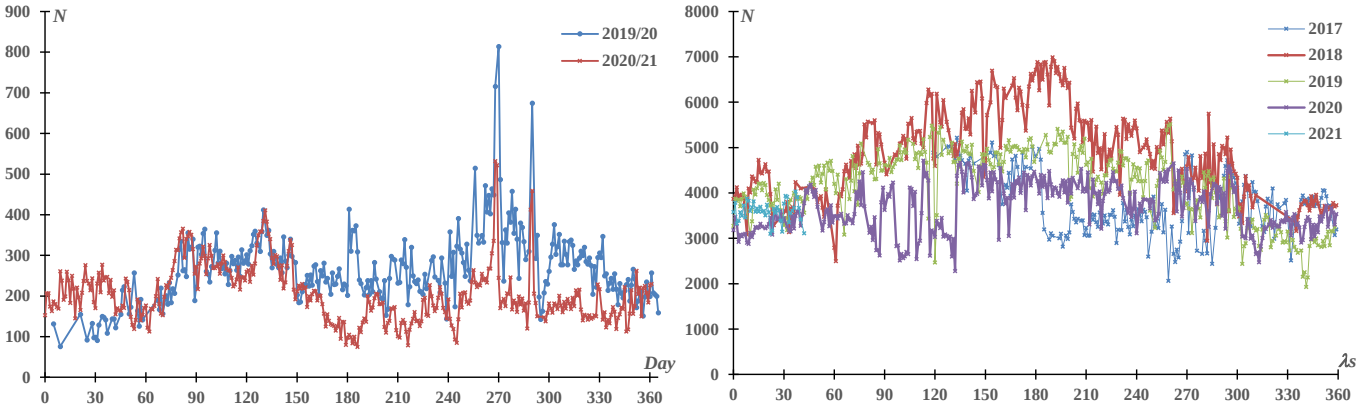


CMOR とビデオ観測の違いは歴然としている。ビデオ観測のグラフでは主要流星群（ペルセウス群、オリオン群、ふたご群、しぶんぎ群）の極大が一目でわかるが、CMOR のグラフでは全体が９月を極大とする一つの波で、流星群の活動はこの波にほぼ埋もれている。両者の中間的な性格を示すのが HRO と眼視(Olivier)である。この２つのグラフでは、主要流星群の存在が明らかではあるが、ビデオ観測ほど極端な山にはならない。両者ともに、夏と冬に２つの極大を持つ基本変化に流星群の活動が加わった形になっている。

しかし、HRO と眼視にも違いがみられる。HRO でペルセウス群とオリオン群が、眼視(Olivier)ではしぶんぎ群が明確な極大を示していない。しぶんぎ群については AMS の観測気象条件がよくないこと、また、「５．検討」で述べるように観測特性の違いがあると考えられる。基本的な HRO と眼視観測との違いは、先にも触れた６月の昼間群の活動が強く表れている点だけであろう。

一方で、HRO と CMOR には共通点がある。両者ともに年ごとの変動が大きいことである（第５図）。同じ太陽黄経（日）でも年により２倍程度、流星数に違いがでることが稀ではない。しかも、CMOR で多い年に HRO でも多いというわけではない。電波観測では高層大気の変動（太陽活動の変動を含む）の影響を大きく受ける。E スポの発生が季節的なものであるように、受信環境の変化は観測地特有の現象である。

第５図：電波観測による流星数の年変化。HRO：左、CMOR：右。CMOR については、差が大きい 2018 年と 2020 年の観測を太い線で表している。



５．検討

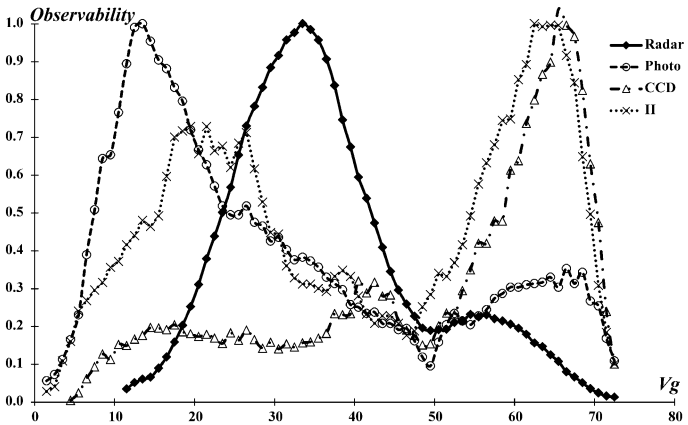
HRO とビデオで同時観測が成立しにくい問題に触れて、これが HRO の問題点ではなく、当然のことであり HRO は眼視観測とほぼ同一領域の流星を観測していることを示すことにする。

まずは、一口に流星観測というが、方法によって、捉えられる＜流星＞はかなり異なったものであることに注意しておく必要がある（第６図と第７図は 2015 年に wgn 誌上で使用したものの引用である）。第６図に電波観測（Harvard の 1961-65 年の観測）、写真観測（主としてスーパーシュミットの観測）、CCD（2013 年の SonotaCo ネットの観測）、II（重野さんの観測）が多くとらえる散在流星の速度分布を示した。

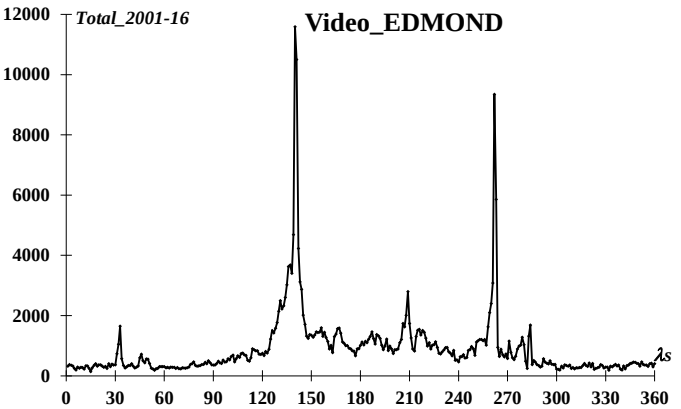
これにより、同じ光学観測でも写真観測と CCD（ビデオ観測）とではまったく違う流星現象を記録していることが分かる。写真観測（主にスーパーシュミット）では低速、ビデオ観測では高速のものが圧倒的に多いことが分かる。さらに電波観測では記録されるもののほとんどは中速の流星である。ビデオ観測で捉えられる流星に高速のものが多いことは、先に述べた朝方の流星数の増加率によっても裏付けられる。朝方の流星は地球と正面衝突する地球向点からの高速の流星が多いのである。

最近では流星観測といえば、ビデオ観測が最も信頼できるもののように扱われているが、ビデオ観測も独特のフィルターを通したものなのである。

第６図：観測方法によって捉えられる流星の速度依存。横軸は地心速度、縦軸は観測方法それぞれで散在流星と判定された流星数の最大を１として規格化した。

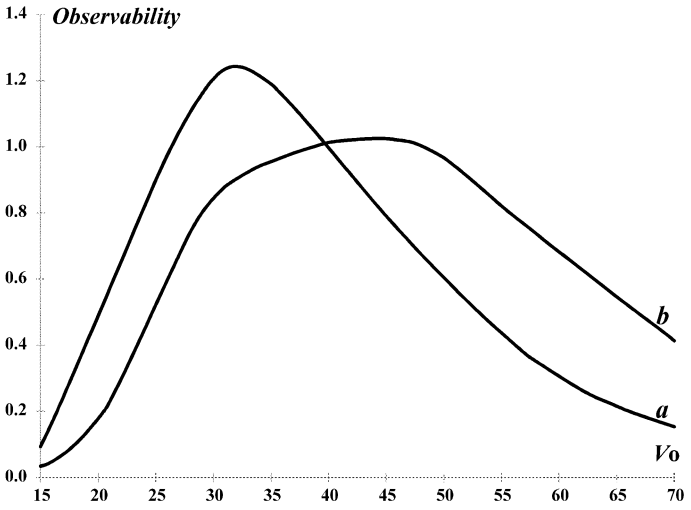


第７図：海外のビデオ観測の例。



第８図はヨーロッパのビデオ観測による年変化を示しているが、これも第４図と同様に流星群の活動が突出している。EDMOND が活動を始めた初期は流星群の出現期間中のみ活動していたために、縦軸は観測期間の平均値ではなく、合計である。また、そのような観測の偏りから、流星群の活動がより突出したものになっている。しかし、ビデオ観測が高速のしかも明るい流星を中心とする偏りをもった記録であるということを忘れてはならない。

第８図：Kasheev が理論的に示した電波観測の速度依存。a は高感度、b は低感度のもので 40km/s で規格化。



他方の電波観測も独特のフィルターを通して流星を観測している。電波観測される流星の速度依存は本質的なものであり、1960 年代に旧ソビエトで行われていた電波観測に関して Kasheev が示した速度依存のグラフを第８図に示す。これには観測機器が高感度のものと低感度のものとが示されているが、第６図の Harvard の電波観測が高感度の例によく当てはまっている。HRO では低感度のものに近く、速度依存はそれほど強くないと想定される。しかし、ビデオ観測とは捉える流星の速度分布に大きな違いがある。これがビデオ観測と HRO での同時が成立しにくい一つの理由である。

ビデオ観測と HRO での同時が成立しにくいもう一つの理由は観測視野の問題である。眼視観測とビデオ観測では視野を自由に選択できる。しかし、流星の飛跡によって電波は鏡面反射するものと考えると、電波観測では発信点、受信点、輻射点の幾何学的な関係により自動的に観測される流星の方向、地平高度が決まってしまう。ロングエコーのように飛跡が乱れ、拡散された状態になればこの条件は当てはまらなくなるが、この問題については「６．補足」で触れることにする。

しかし、同時観測の成立には難しい条件があるにせよ。HRO と眼視観測には大きな共通点がある。ここで改めて第３図、第４図を見てみよう。２つの図より HRO は眼視観測とほぼ同等の 0~4 等級の流星を主に捉えていると考えることが妥当であろう。HRO が高層大気による影響を受けること、昼間群の活動を捉え得ることを考慮すれば、記録される流星数の年変化が眼視観測とこの程度の差を持つことは当然であろう。従って、HRO の観測を注意深く補正すれば眼視観測による ZHR にかなり近い流星活動を捉えることができることになる。HRO は同じ電波観測とはいっても CMOR のように高感度で電波等級 6~8 の範囲の流星を記録しているわけではなく、また、高速で明るい流星を多くとらえるビデオ観測とも異なり眼視観測に近い領域の流星を観測しているのである。

ロングエコーは流星体が大きい場合に生じると考えられ、長いものでは分単位でエコーが継続する場合がある。このようなロングエコーだけを計数すると、流星群の極大期を鮮明に捉えられる。この場合には眼視観測さらにはより明るい流星を記録しているビデオ観測と似た流星の領域を観測していることになる。

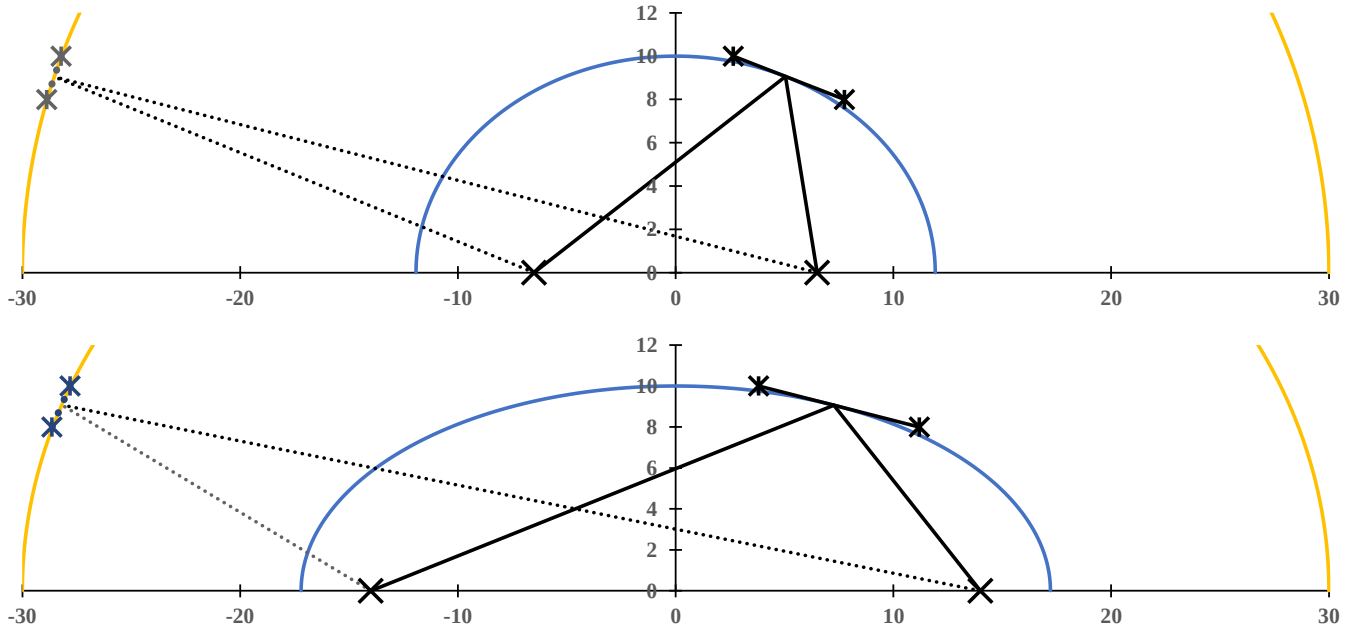
６．補足

電波を鏡面反射する条件を満たすのは、発信点と受信点を焦点とする回転楕円体の表面に接して流星が飛行する場合である。第９図は発信点と受信点を含む鉛直面（断面）の場合を示している。２つの×は発信点または受信点である。１目盛り 10km で表しており、内側の楕円は短半径が図中の目盛りで 10（発信点と受信点の中間点で高度が 100km に相当）、外側の楕円は長半径が図中の目盛りで 30（中間点からの距離が 300km）のものである。流星の出現高度をおよそ 100~80km と想定し、高度 90km で反射が起きると仮定している。流星経路が高度 100km と 80km になる場所に目印の＊を置いた。この仮定を多少変更したとしても、以下の議論に定性的な違いは生じない。

第９図上の場合は、発信点と受信点の距離を 130km としており、およそ福井－四日市の距離に相当する。発信点と受信点の間に出現した流星は経路の傾きが小さく、輻射点高度が低い場合であることが分かる。輻射点高度が低いことは出現数が少ないことを意味し、同時観測の成立が少ないことが分かる。捉えられる輻射点高度が高い流星は発信点や受信点から距離が離れた場所に出現した流星である。第９図上の場合で発信点（福井）を右側とみれば、受信点の間の流星は南方の高度 21 度の輻射点、左側の流星は北方の高度 85 度の輻射点からの流星であることを表している。輻射点が天頂に近い場合には、反射点が無限遠に近づき、鏡面反射で捉えられる流星はほぼ 0 になる。なお、図中に模式的に示した流星経路は、断面に投影されたものであり、実際には反射点を中心に回転した状態のものが存在し得る。それらの場合に輻射点高度は上に示した値よりも低くなる。以下で記す輻射点高度も同様である。

発信点と受信点の距離が福井－四日市の 130km より離れると、回転楕円体は細長くなり、発信点と受信点の間で反射条件を満たす流星の輻射点高度はさらに低くなる。このことは同時観測の条件を満たす流星数が

第９図：電波がエコーにより鏡面反射される様子。縦軸・横軸の単位を 10 倍して考えれば、流星が高度 100km で発光し、80km で消滅する場合に相当し、90km での反射の様子を示している。その場合に上が福井-四日市、したが福井-八王子に相当する。

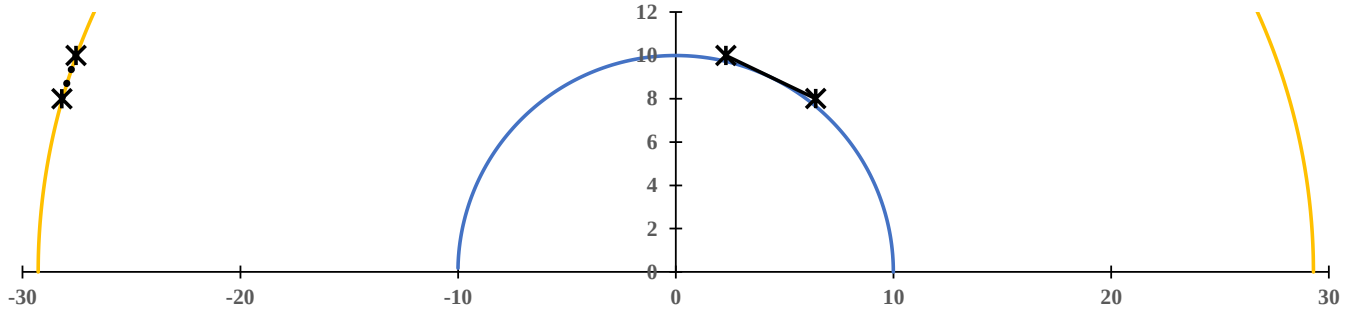


上の場合よりも少なくなることを意味する。また、輻射点高度が高く、反射条件を満たす流星は受信点や発信点からの距離が遠くなり、撮影される可能性が低くなる。第９図下は発信点と受信点の距離がおよそ 280km で福井－八王子間に相当する。この場合も発信点を右側とみれば、受信点の間の流星は東方の高度 15 度の輻射点、左側の流星は西方の高度 68 度の輻射点からの流星である。日本が島国であることを考えれば、輻射点高度が高く、鏡面反射の条件を満たす流星の多くは、海上に出現したものであろう。ビデオ観測でカメラは内陸に向けられていることが一般的であることを考えれば、HRO とビデオ観測で同時が成り立つ機会は少ないことが分かる。

このような点から、直接波の影響を受けない範囲で、発信点と受信点の距離が短いほど電波とビデオ観測の同時の機会が増えると考えられる。福井を発信点とすると、大垣、京都、四日市は周囲にビデオ観測者もかなり多く、電波観測とビデオ観測の同時を得るには非常に適した地点であると考えられる。

また、発信点と受信点を結ぶ線に中間地点で直交する鉛直断面を第１０図に示すが、回転楕円体の断面は当然、円で表される。この場合でも、流星経路の傾き（輻射点高度）は発信点と受信点に近い場合には低く、遠い場合には高くなる。

第１０図：第９図上の回転楕円体の側面における反射。発信点と受信点の中間地点での断面を示す。内側と外側の円は第９図上の内側と外側の回転楕円体に相当する。



ロングエコーでは飛跡が拡散して電子密度は減少するが、受信できる範囲は広がるのでビデオ観測と HRO の同時観測の機会は多くなる。しかし、ロングエコーは鏡面反射ではなく、観測時刻にもずれを生じるので、HRO とビデオ観測の同定には注意が必要となる。

2021年4月の電波光学同時流星観測報告(永井和男)

　平塚市博物館流星分科会のTV観測と東京都東村山市、神作さんのHROエコー観測を用いて2021年4月の電波と光学の同時流星を探しました。今回から、流星電波反射領域計算を用いて同時判定を行った結果、7個が同時流星候補に絞られました。今まで膨大な時間が掛かっていた電波観測の解析を自動判定するプログラムを作成して解析の大幅な時間短縮に成功しました。

2021年4月の電波光学同時流星観測報告

平塚市博物館 天体観察会 流星分科会　永井和男

2021年7月25日 第六回 流星電波懇談会 on Zoom

TV観測：平塚市博物館天体観察会流星分科会

電波観測：神作哲夫(東京都東村山市)

謝辞：流星電波反射領域プログラム作成にあたって流星電波観測国際プロジェクトの小川宏氏より助言を頂きました. この場を借りて御礼申し上げます

アブストラクト

- 電波観測の解析に時間が掛かっています。ひと月分の解析に１週間程度掛かる事から継続的な観測を難しくしています。エコー検出プログラムを作成し、これを自動化する事が出来ました。
- 2021年4月の電波光学同時流星は10個でした。流星が少ない月ですが10個もありましたので自動化によって検出数が増えたのかも知れません。
- 観測の目的は２つあります
  - 対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する
  - なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？
- 今回の10個のサンプルを加えて通期のデータ解析を行った
  - 対地速度と電波強度の関係は早いほどエコーが弱い物が同時になる傾向が見えつつあります
  - 電波で検出されても光学で検出されない理由の解釈は「絶対等級と同時流星の数」のグラフのシェイプが、光学流星は暗くなると数が減り・電波エコーは暗い方が数が増える傾向の合成シェイプに見える事で解釈されると思い、確認の為のグラフは母数を増やす事で徐々にその傾向が見えて来たと思います
- 今回は流星電波反射領域プログラムを作成し同時流星判定に用いる試みをしました
  - 反射領域については https://www.amro-net.jp/research/hro-ref_j.html 参照願います

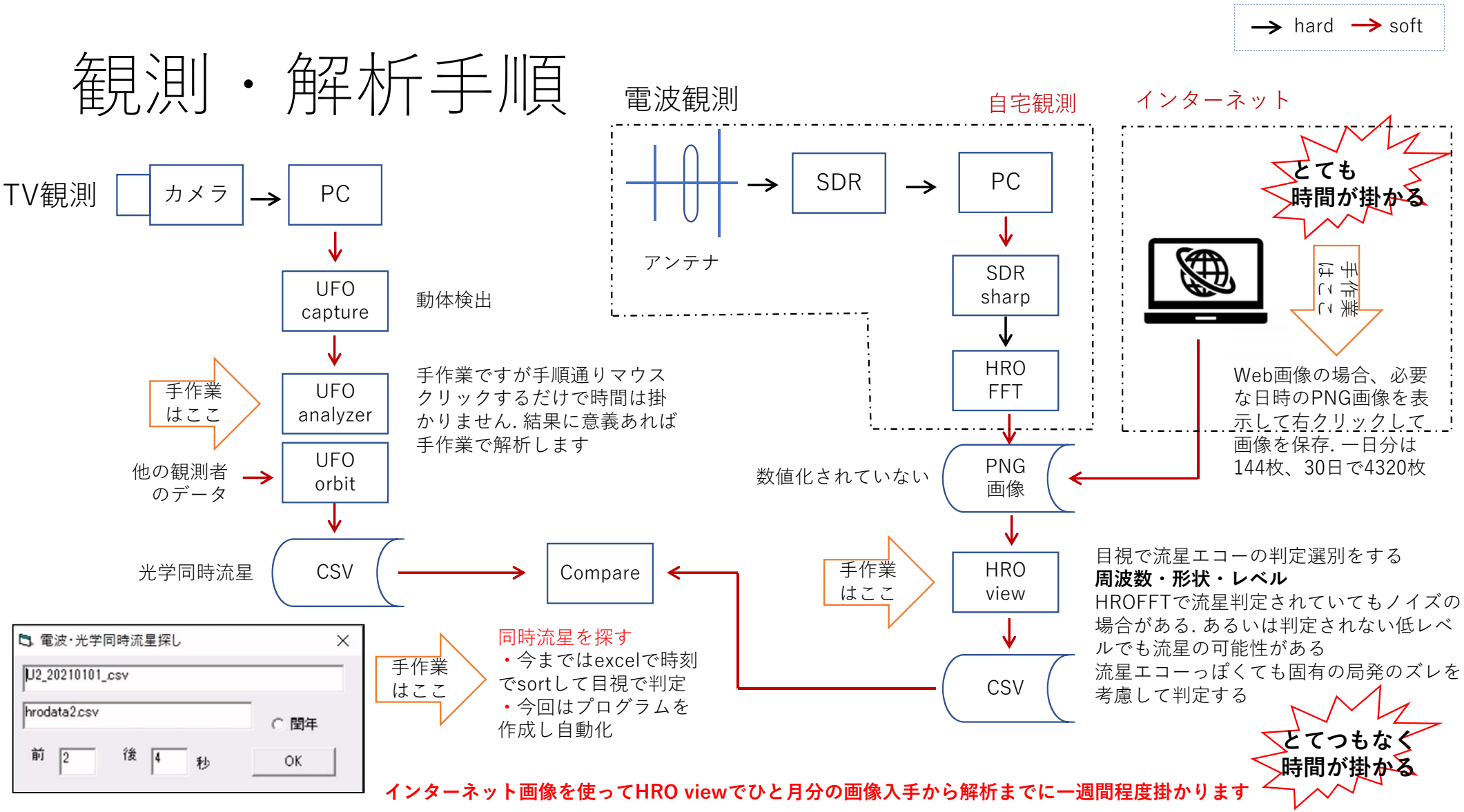
モチベーション と 観測に関して

- 継続課題
  - 対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する
    - 傾向が見えて来ましたが母数が少ないので継続する事となりました
  - なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？
    - 絶対等級と同時流星数のグラフを見ると、暗い流星の方が数が増えるトレンドと暗い流星が光学観測で検出出来なくなるトレンドを合成したグラフに見える。これは暗い流星も電波で検出されるからとも言える。こちらも母数を増やして見る事となりました
- 観測に関して
  - 2020年7,8月の検討結果から観測地点と観測方向を固定した方が評価しやすい事が分かりました
    （電波も光学も同じ場所で同じ方向を観測する、観測方向がバラバラにならないようにする）
  - 光学観測(TV観測)は平塚市博物館のTV観測ネットワークの観測結果を使用しました
    （4月はKN9永井のみSonotaCo net掲示板に報告しています）
  - 電波観測は東京都東村山市の神作さんのIZUアンテナ（アンテナ方向伊豆諸島方面）の画像を使用
    流星電波観測の記録 in東村山(http://green-iki-4747.hiho.jp/astro/live/)からダウンロードしました
  - HRO電波送信所は福井県立大学アマチュア流星電波観測研究所の50M帯の電波を使用させて頂いております

観測場所

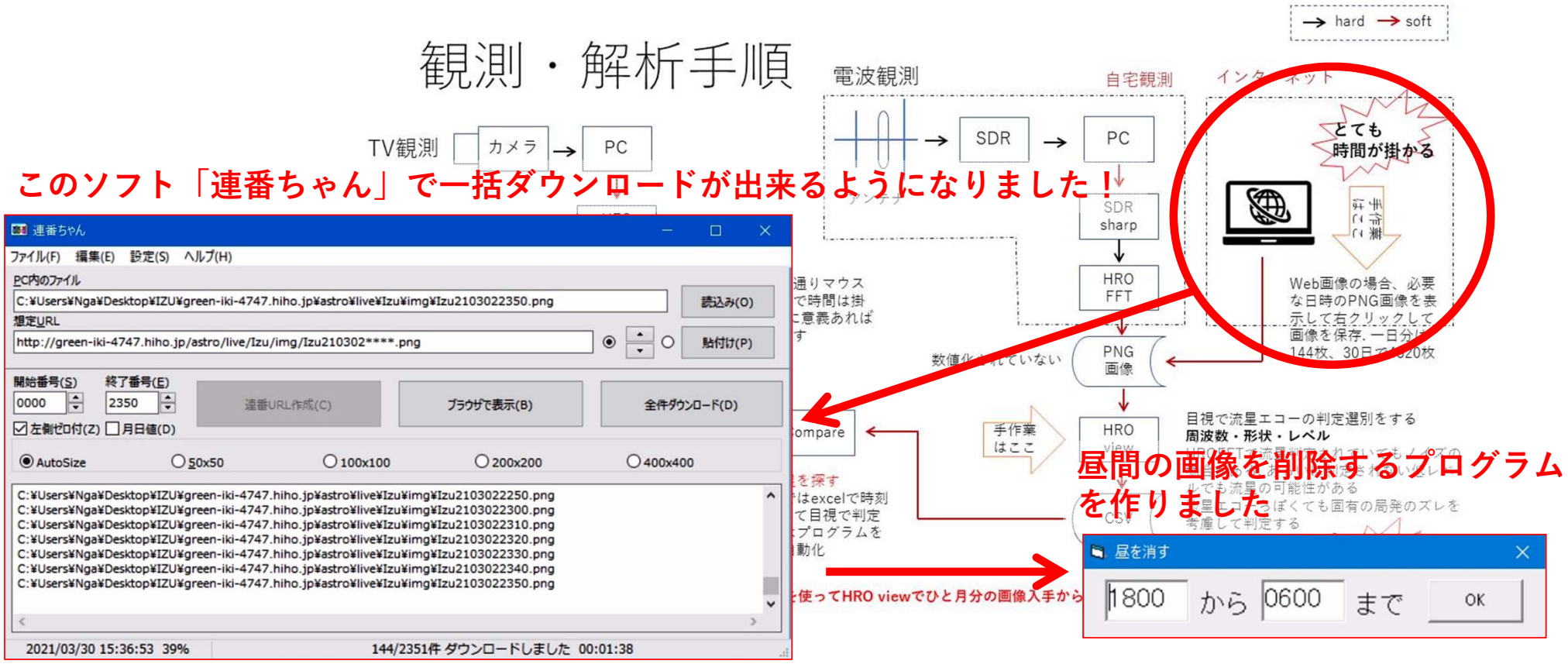
HRO電波送信所
福井県立大学アマチュア流星電波観測研究会
〒910-1142 福井県吉田郡永平寺町…
東村山市➡
平塚市・茅ヶ崎市➡
カメラ視野
新潟県
上越
糸魚川
七尾
南魚沼
那須塩原
栃木県
高岡
富山
長野
上信越高原国立公園
群馬県
日光
宇都宮
前橋
伊勢崎
高崎
高山
長野県
埼玉県
利根川
つくば
さいたま
東京
千葉
福井県
岐阜県
下呂
秩父多摩甲斐国立公園
甲府
山梨県
横浜
中津川
岐阜
長浜
琵琶湖
名古屋
滋賀県
豊田
愛知県
岡崎
静岡
静岡県
沼津
千葉県
豊橋
浜松
津
伊勢

観測・解析手順

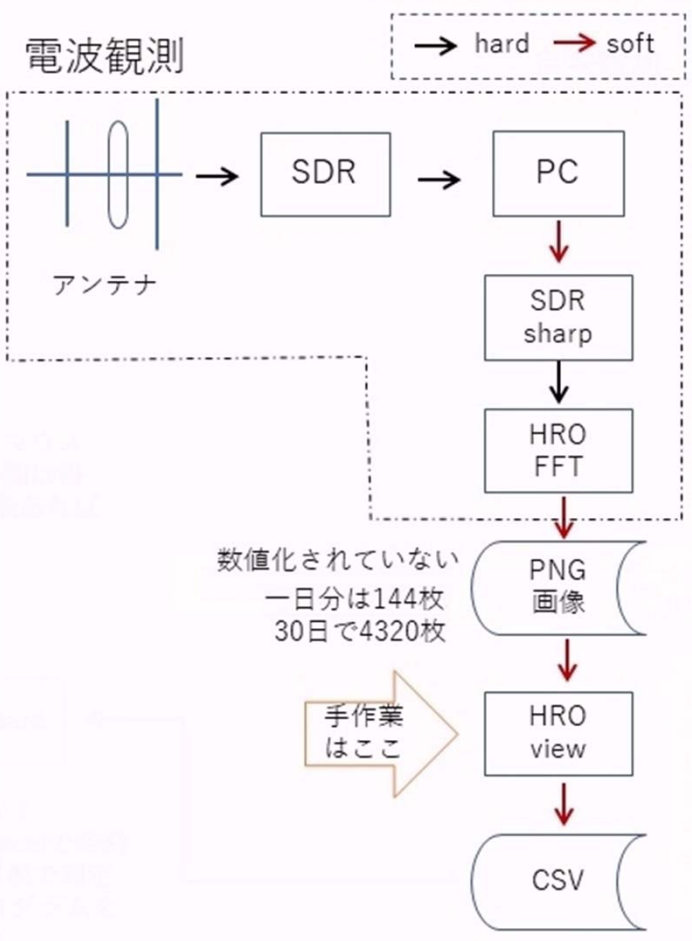


インターネット画像を使ってHRO viewでひと月分の画像入手から解析までに一週間程度掛かります

インターネットから画像取得の時短

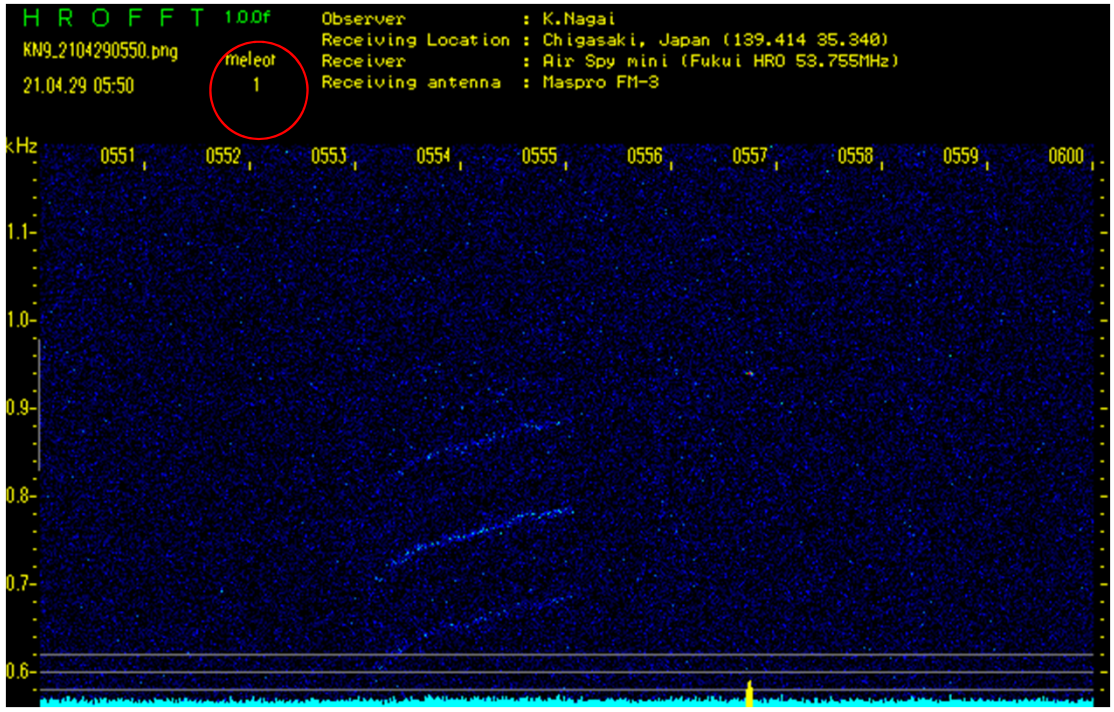


HRO viewの時短は必須



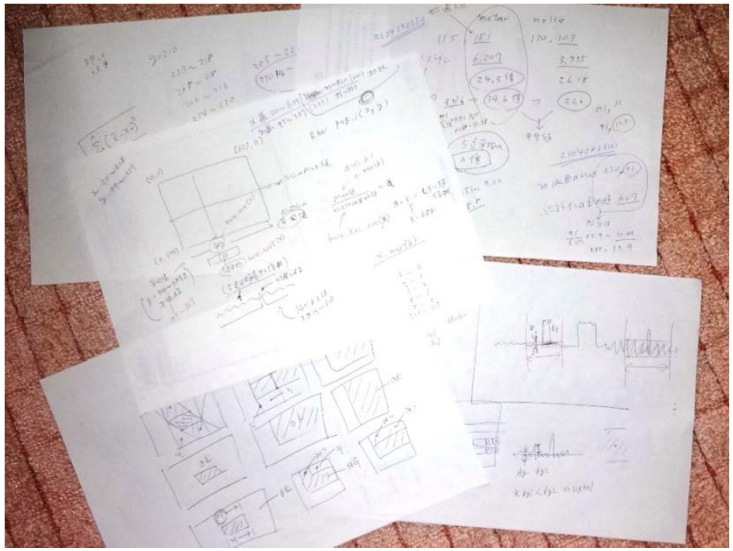
- 電波観測はほぼ自動化されています
- 手作業の部分は10分毎に出力されるエコー画像(png画像)をHROviewを使って目視で流星を探して時刻などを手入力する所です
- png画像は30日で4320枚あります
- 数か月作業を行った結果、ここを自動化しないと、電波・光学同時流星の研究を継続的に行う事が難しいと分かりました
- 本研究でプログラムを作成して自動化することが出来ました

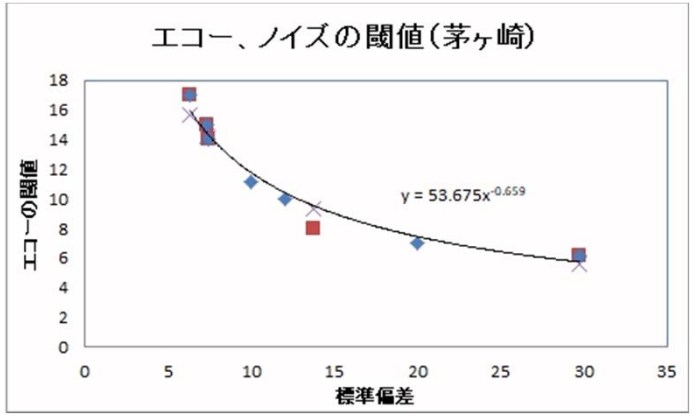
HRO viewの作業内容分析



- 左図はHROviewの画面です
- 画像1枚が10分間のエコー画像です
- 縦軸が検波した信号の周波数、横軸が時間、信号強度は模様の色の濃さで表しています
- 画像左上の方に　１　の表示が有ります（赤丸）。これは設定したしきい値を超えた信号が　１つ　あった事を示しています
- この値は流星とノイズの区別がありませんので流星の数ではない場合があります
- また、しきい値に達しない流星電波エコーもあります
- これを目視で判定し流星ならば出現時刻・継続時間・数をHROviewのMemo欄に手入力します
- この作業にとても時間がかかります

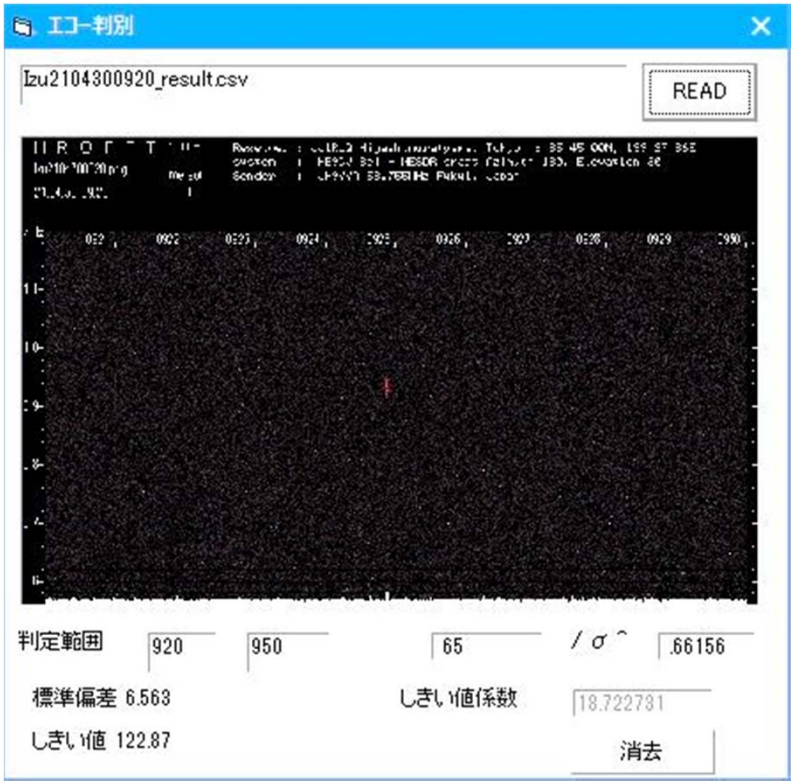
電波光学同時流星検出のためのエコー検出プログラム作成

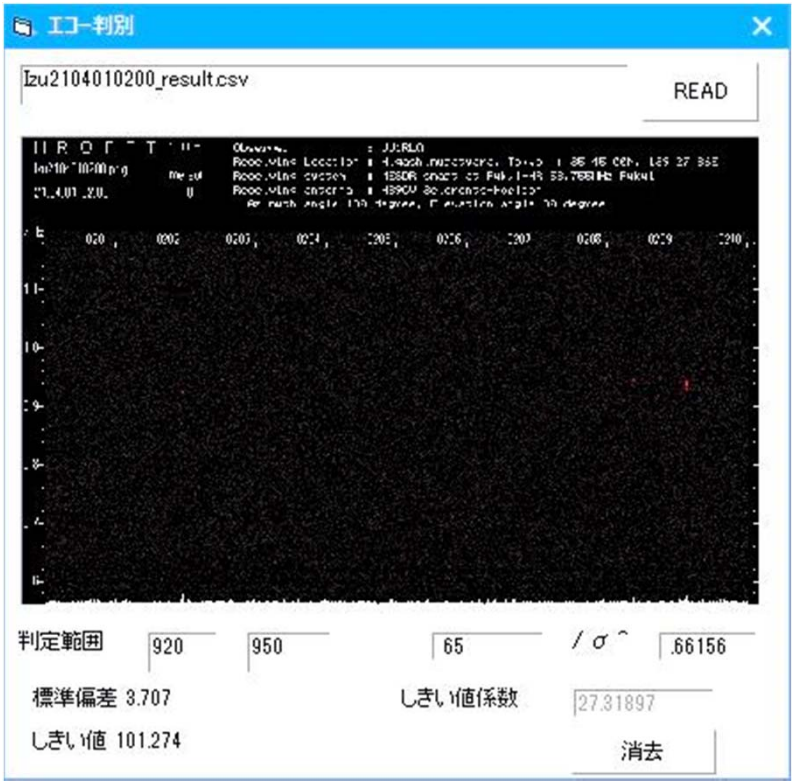




- 当初は画像認識など考えてトライしましたが良い方法が見つかりませんでした。これはノイズと流星を区別する事が困難なところにあります。
- このプログラム作成に当たって話を整理すると
  1．電波と光学の同時流星を探す事
  2．電波と光学の同時流星は少ない
- 流星だけを検出する必要はなく、流星とノイズの区別なく信号を検出しリストします
- その後、光学流星と同時刻の信号だけを選定し、残った時刻の画像をHROviewで目視検査します（これにより検査対象の画像が少なくなります）
- 信号検出はpng画像から（特定の仕組みに基づいた）しきい値を超える信号を探します
- 「特定の仕組みに基づいたしきい値」は、画像全体の信号の標準偏差を求めて偏差値の強弱でしきい値を決められるか検討しました（左図）
- 左図の関数で二つの係数を適切に選べばしきい値が決まりそうな事がわかりました（次ページでしきい値を確認します）

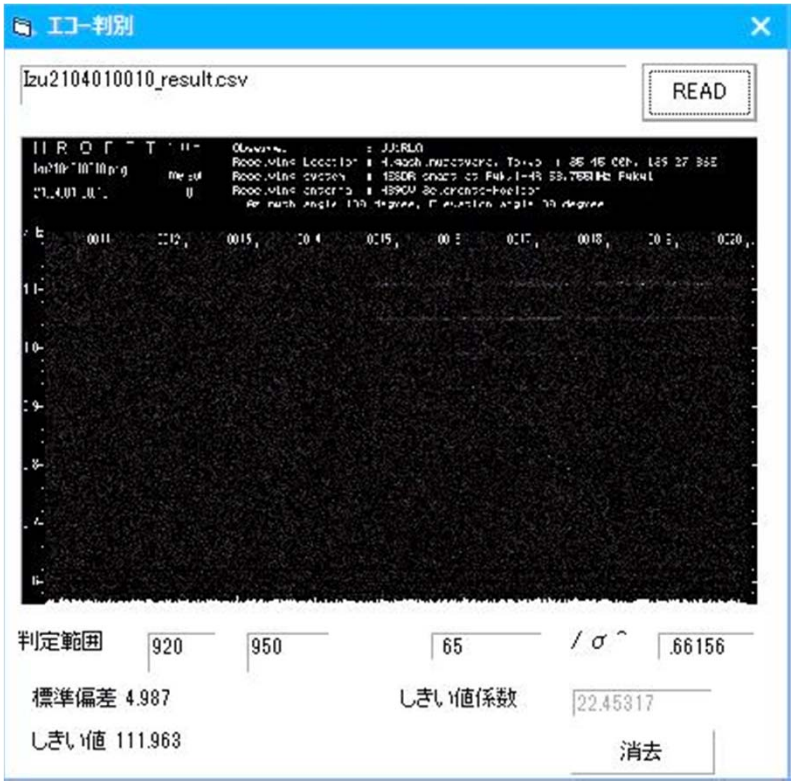
エコー検出テストプログラム　その１

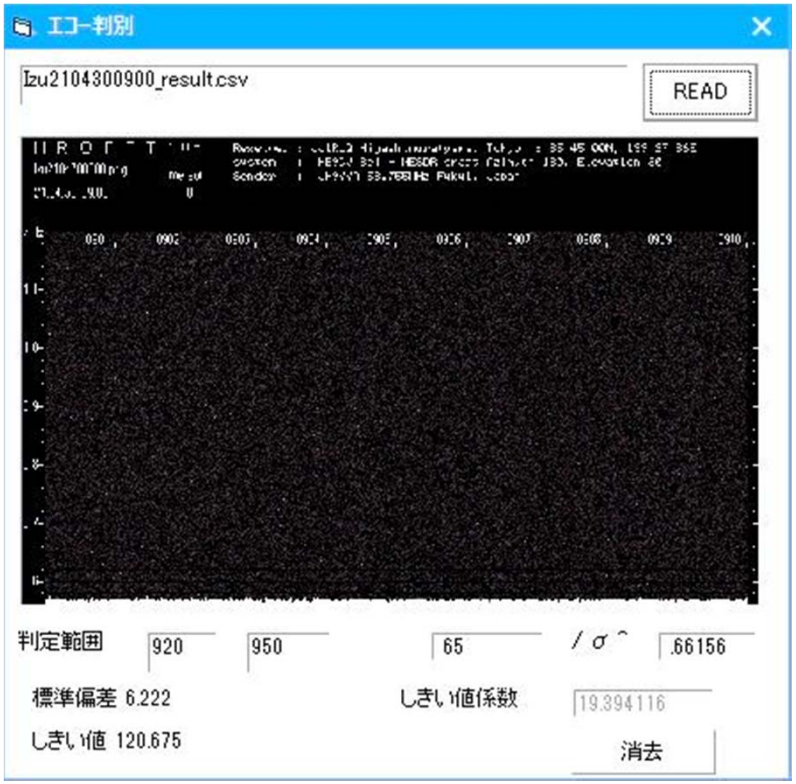




- テストプログラムを作って東村山の4月の観測から任意の画像で試しました。この2画像は流星エコーが有るものです。プログラムは流星を見つけると「赤」で表示します。適切に流星を検出していました。

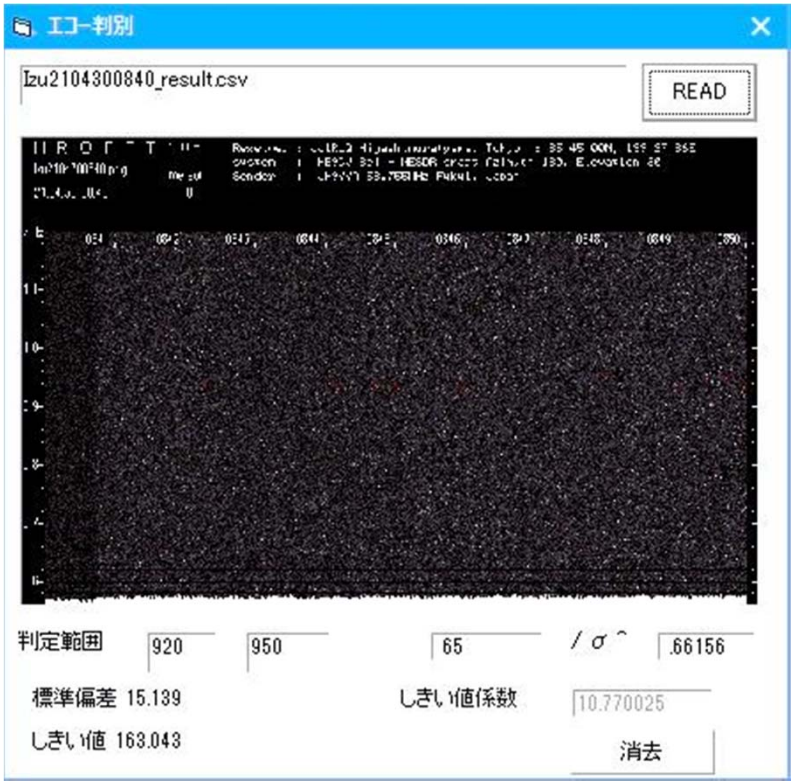
エコー検出テストプログラム　その２

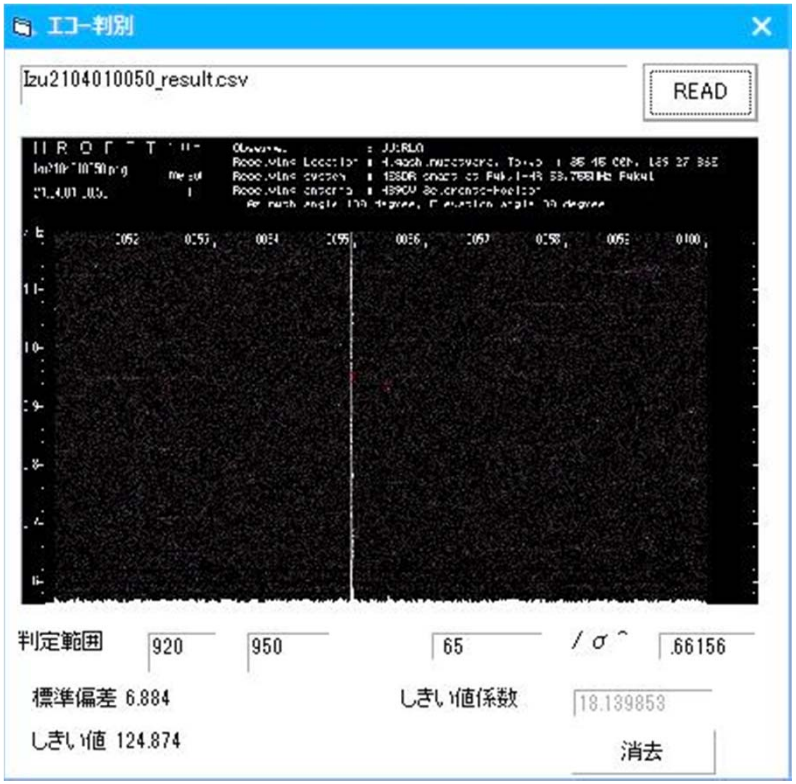




- この2画像には流星がありません。プログラムもノイズを流星としては誤検出していません。

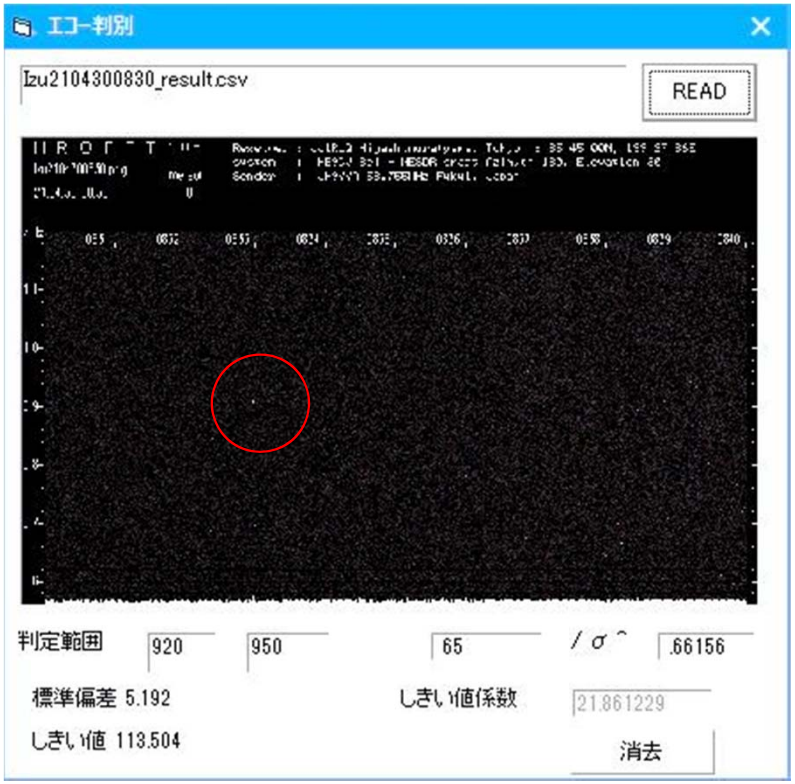
エコー検出テストプログラム　その３





- この2画像はノイズの多い画像です。このような場合は誤検出してしまいます（赤印）。でも、構いません。TV観測と同時刻で無ければ同時流星になりませんので。むしろ、検出漏れがある方が宜しくないので誤検出が多い方が安心です。

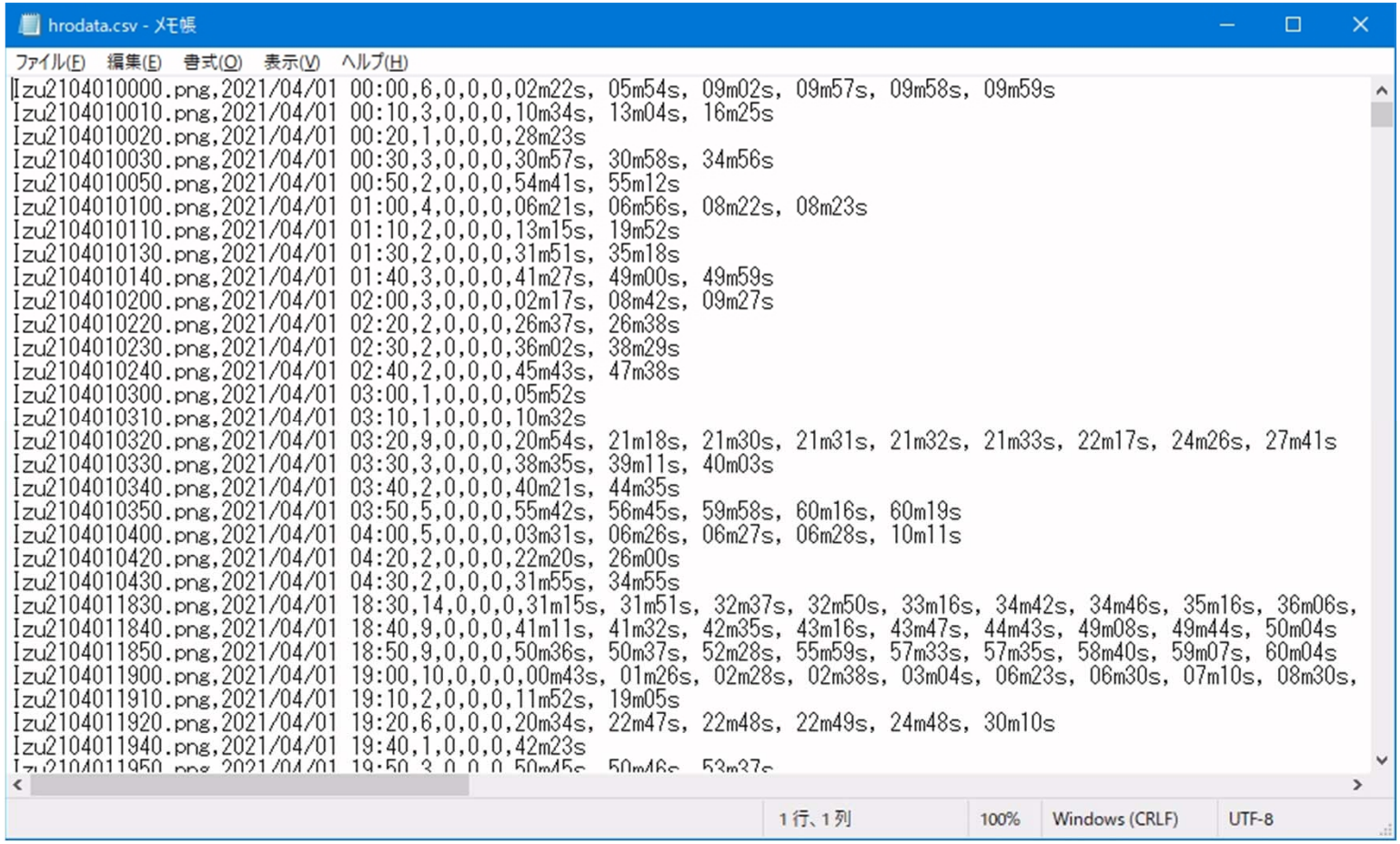
エコー検出テストプログラム　その４



- これは流星エコーっぽい物（赤丸）があり、検出ミスのように見える画像です。今までの目視チェックでは流星として数えていました
- このプログラムで流星とされなかったのは周波数が判定範囲外だったからです
- ここでは920から950Hzの範囲を調べるように設定しました
- チューニング周波数と局発のズレ・ドリフトから流星エコーの現れる範囲が想像できます。その範囲の外でしたので流星とされませんでした。これはこれで良いと思います。気になれば範囲を広げても構いません

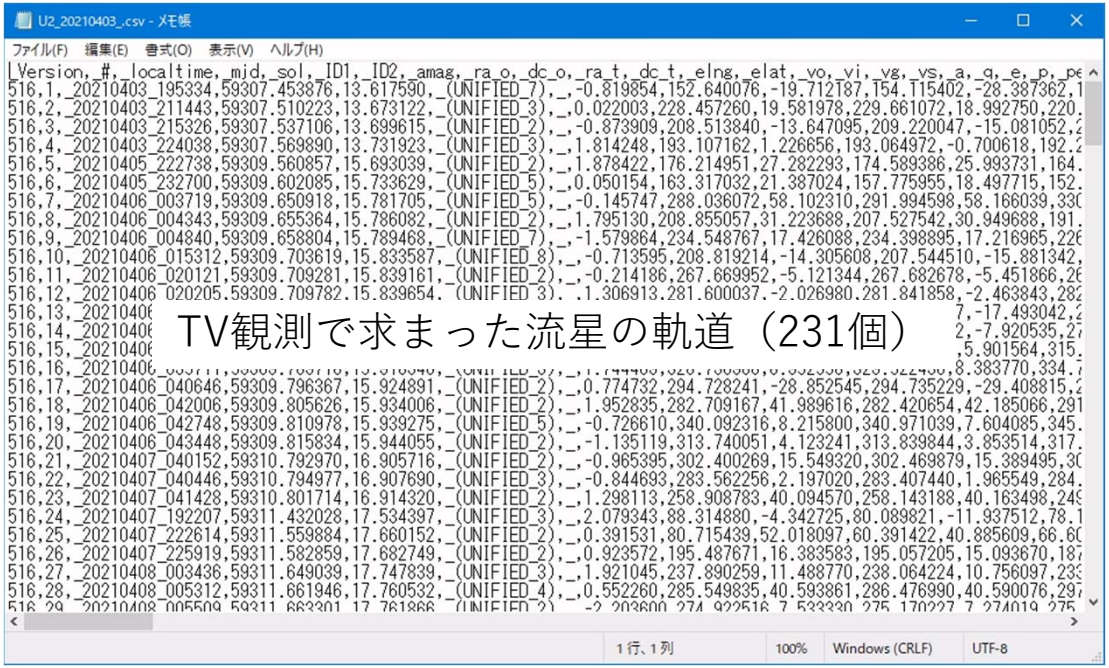
電波エコー検出プログラム

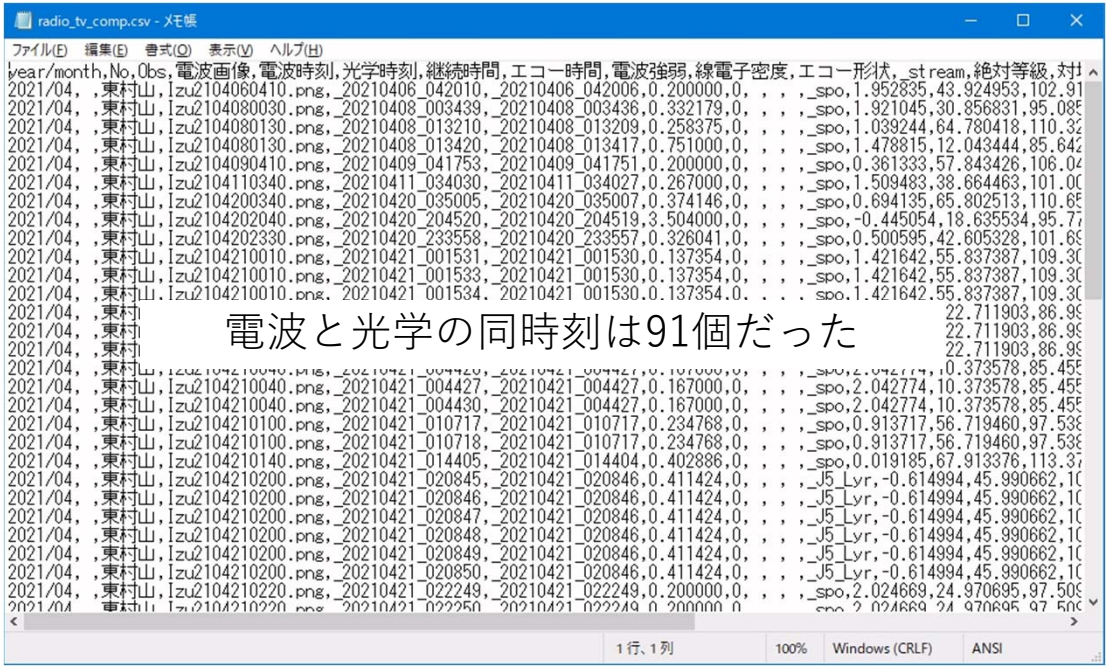
- この「しきい値」で東村山の50M帯の2021年4月の（夜間の）画像1786枚を自動検出しました
- 24907個のエコーを検出しました。目視で調べていた時は月に1000から2000でした。十倍以上増えました。殆どがノイズと思います
- プログラムが出力するファイルはHROReportでそのまま読み込めます



光学流星との同時流星は

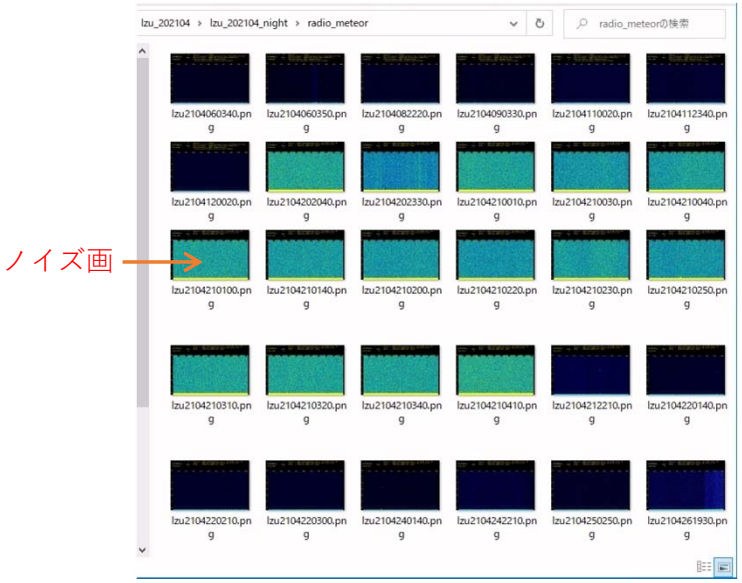
- この月の平塚市博物館流星分科会のTV観測から求まった光学流星の軌道は231個でした。
- この電波の24907個と光学の231個を以前に作ったコンペアソフトで電波光学同時流星リストを作ると91個に絞り込まれました。（コンペアソフトは時刻で同時判定しています）

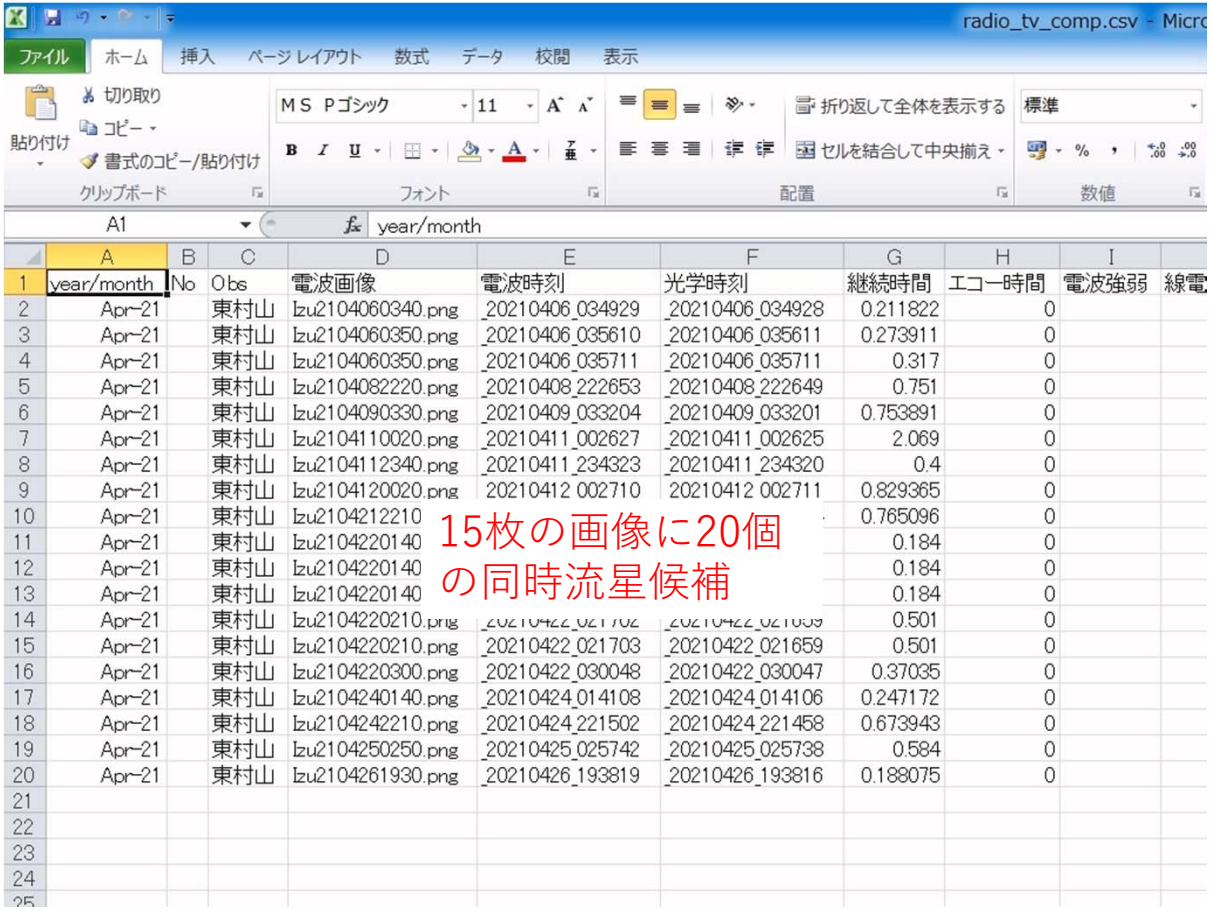




画像は30枚だった

- 91個に絞られましたが、１つのpng画像には複数のエコーがあり、調べると画像ファイルは30枚に絞り込めました
- その30枚を見ると半数がノイズ画像でした
- ノイズ画像を除いた15枚のエコーは20個でした
- この20個をHROviewで目視検査します





	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱
2	Apr-21		東村山	lzu2104060340.png	_20210406_034929	_20210406_034928	0.211822	0	
3	Apr-21		東村山	lzu2104060350.png	_20210406_035610	_20210406_035611	0.273911	0	
4	Apr-21		東村山	lzu2104060350.png	_20210406_035711	_20210406_035711	0.317	0	
5	Apr-21		東村山	lzu2104082220.png	_20210408_222653	_20210408_222649	0.751	0	
6	Apr-21		東村山	lzu2104090330.png	_20210409_033204	_20210409_033201	0.753891	0	
7	Apr-21		東村山	lzu2104110020.png	_20210411_002627	_20210411_002625	2.069	0	
8	Apr-21		東村山	lzu2104112340.png	_20210411_234323	_20210411_234320	0.4	0	
9	Apr-21		東村山	lzu2104120020.png	20210412 002710	20210412 002711	0.829365	0	
10	Apr-21		東村山	lzu2104212210			0.765096	0	
11	Apr-21		東村山	lzu2104220140			0.184	0	
12	Apr-21		東村山	lzu2104220140			0.184	0	
13	Apr-21		東村山	lzu2104220140			0.184	0	
14	Apr-21		東村山	lzu2104220210.png			0.501	0	
15	Apr-21		東村山	lzu2104220210.png	_20210422_021703	_20210422_021659	0.501	0	
16	Apr-21		東村山	lzu2104220300.png	_20210422_030048	_20210422_030047	0.37035	0	
17	Apr-21		東村山	lzu2104240140.png	_20210424_014108	_20210424_014106	0.247172	0	
18	Apr-21		東村山	lzu2104242210.png	_20210424_221502	_20210424_221458	0.673943	0	
19	Apr-21		東村山	lzu2104250250.png	_20210425_025742	_20210425_025738	0.584	0	
20	Apr-21		東村山	lzu2104261930.png	_20210426_193819	_20210426_193816	0.188075	0	
21									
22									
23									
24									

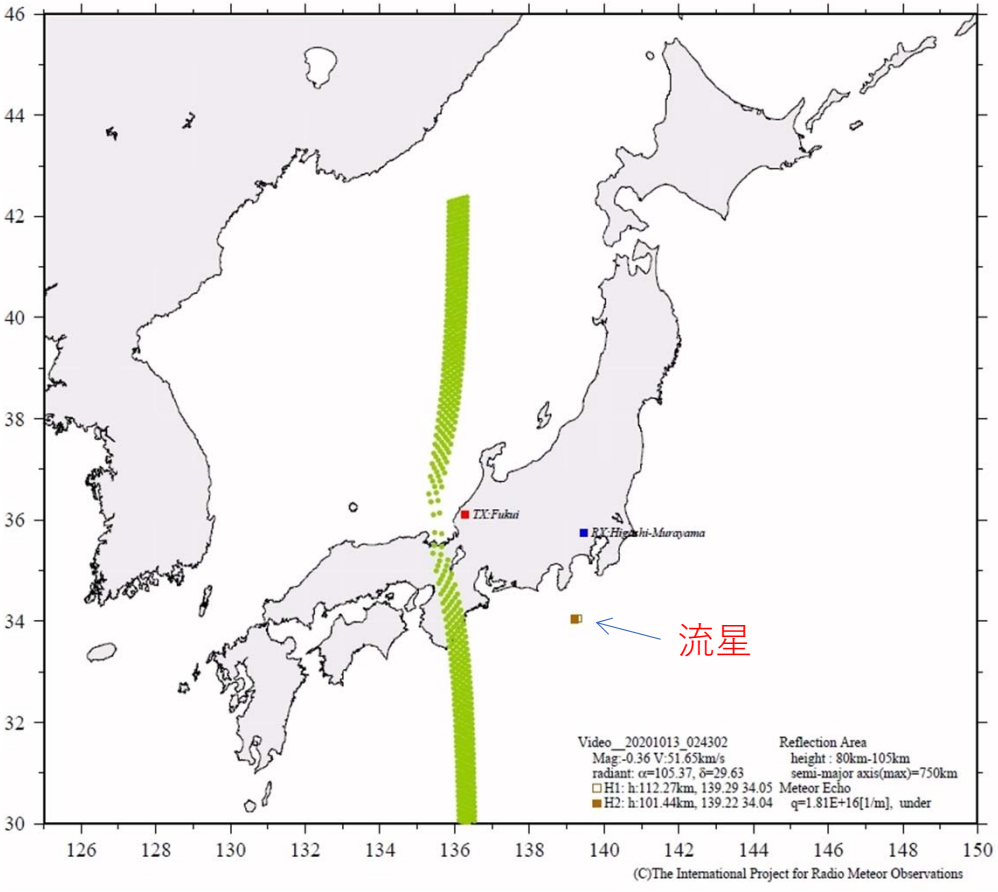
15枚の画像に20個の同時流星候補

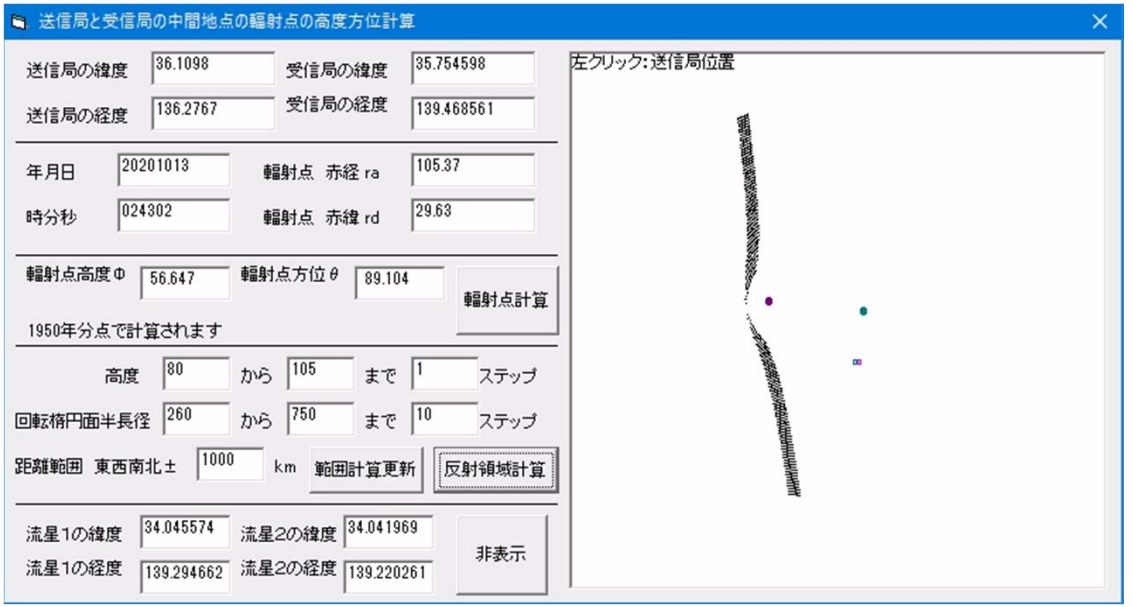
2021年4月の電波・光学同時流星

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度
2	Apr-21	1	東村山	Izu2104060340.png	_20210406_034929	_20210406_034928	0.21	1	弱	2.2E+16
3	Apr-21	2	東村山	Izu2104090330.png	_20210409_033204	_20210409_033201	0.75	1	強	3.2E+15
4	Apr-21	3	東村山	Izu2104110020.png	_20210411_002627	_20210411_002625	2.07	1	弱	3.5E+15
5	Apr-21	4	東村山	Izu2104112340.png	_20210411_234323	_20210411_234320	0.40	1	強	4.0E+15
6	Apr-21	5	東村山	Izu2104212210.png	_20210421_221608	_20210421_221604	0.77	14	強	4.7E+16
7	Apr-21	6	東村山	Izu2104220140.png	_20210422_014903	_20210422_014901	0.18	2	強	1.0E+16
8	Apr-21	7	東村山	Izu2104220210.png	_20210422_021702	_20210422_021659	0.50	3	弱	1.6E+16
9	Apr-21	8	東村山	Izu2104240140.png	_20210424_014108	_20210424_014106	0.25	1	弱	1.9E+16
10	Apr-21	9	東村山	Izu2104242210.png	_20210424_221502	_20210424_221458	0.67	3	強	7.3E+16
11	Apr-21	10	東村山	Izu2104250250.png	_20210425_025742	_20210425_025738	0.58	1	弱	5.2E+14
12										

- 20個の候補を目視判定して「流星」となったものは10個でした

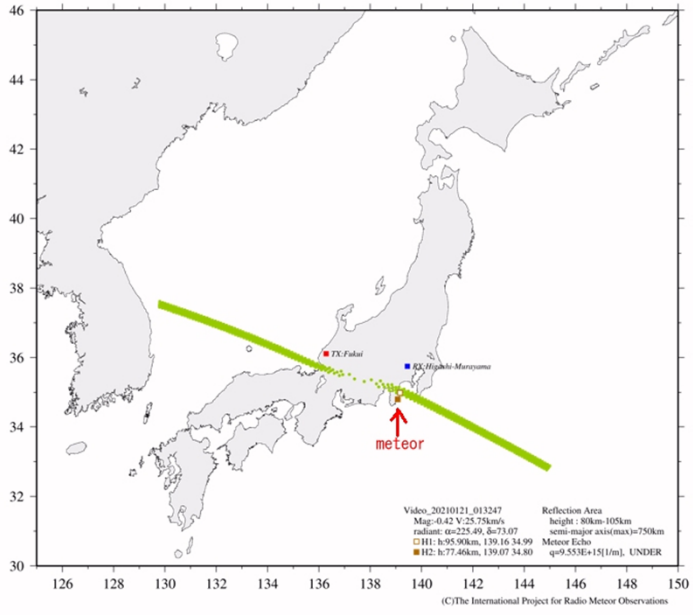
流星電波反射領域

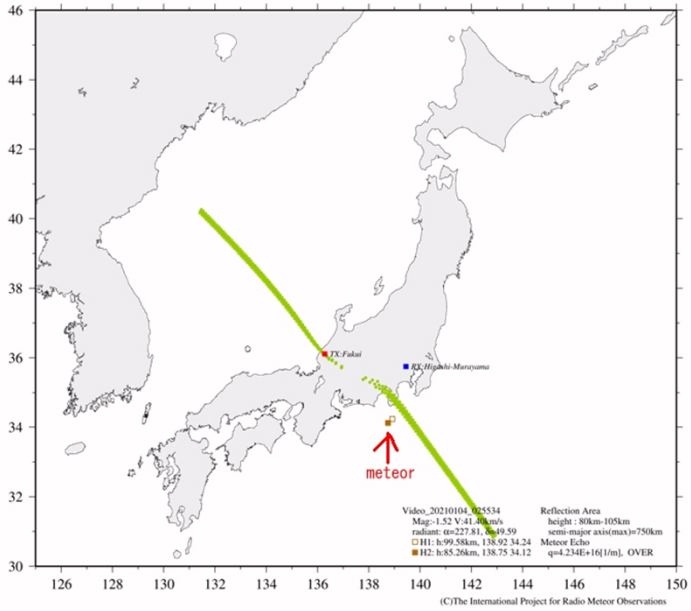


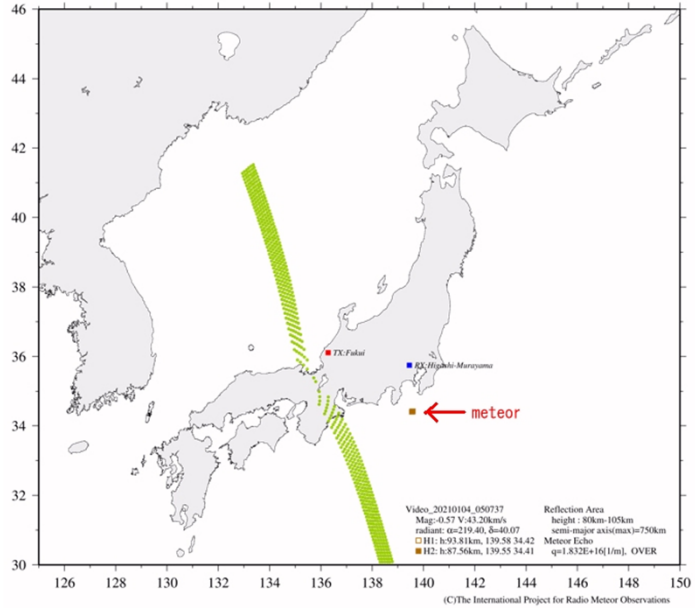


　左は2020/10/13 02:43:02の反射領域と同時流星の緯度経度を筑波の小川宏氏に計算して頂いたものです
　緑色の帯が反射域で同時刻に出現した流星は大きく離れています
　これは（アンダーデンスエコーならば）同時流星では無いと言えます、電波エコーと光学流星の時刻が同じだっただけです
　右上の図は本研究で作成したプログラムの計算結果です
　地球を平面でとして処理した部分があり多少回転していますが本研究の同時判定には利用可能と考えます

反射領域で判定した同時流星の例







- これらは小川宏氏に計算して頂いた反射領域と流星を重ねた図です
- 左の2つは同時流星と思われます
- 右の1つは電波エコーと光学流星の時刻が同じだった流星で電波光学同時流星ではありません

反射領域を使った電波光学同時流星判定

- プログラムは送信所・受信所を結ぶ線をＸ軸として楕円を作って流星エコーが反射し地表に到達する領域を計算しています。送信所・受信所の緯度経度は任意に設定できますが標高の設定はしていません。
- この座標を緯度経度に変換します。これは、送信所を起点にして単純に回転させています。地球を平面として回転させていますので反射領域は多少ですが回転してしまいます。（小川さんの計算とズレができてしまいます）
- プログラムを作った目的は電波と光学の同時流星判定が時刻しかなく、判定基準を増やす意味で作りました。
- 反射領域と流星の緯度経度がおおむね一致すれば「同時」と判定する事にしました。
- 以下の理由から反射領域計算結果と光学観測した流星にズレがあります。
  - 緯度経度変換の際に平面として回転させた（プログラムの問題）
  - 送信所・受信所の標高がゼロ（流星の高度から思うと影響が少ない）
  - プラズマチューブ形状は完全な円柱か？わからない
  - 輻射点に面積がある（群流星を考えた場合）

電波光学同時流星の検出数

- （4月の）電波観測は夕方18時30分から翌朝4時30分までの観測を用いました
- 光学観測の検出数は光学の同時流星から軌道が求まった流星の数です
- 光学観測の解析にはUFOOrbitV2を用いてQ1で解析しました

	年月	観測地	電波	光学	同時		
					数	電波から見た%	光学から見た%
	2020年8月	茅ヶ崎	307	115	15	4.89	0.13
	2020年10月	東村山	1719	257	5	0.29	0.02
	2020年11月	東村山	1409	544	7	0.50	0.01
	2020年12月	東村山	1537	1111	34	2.21	0.03
	2021年1月	東村山	1008	636	14	1.39	0.02
今回→	2021年4月	東村山	24907	231	10	0.04	0.04

- 電波と光学の同時流星はとても少ない
- 4月の電波検出数は自動検出ですのでノイズを多数含んでいます、比率の検討には適していません

2021年4月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域
Apr-21	1	東村山	Izu2104060340.png	_20210406_034929	_20210406_034928	0.21	1	弱	2.2E+16	under	_spo	−0.27	66.5	109.2	139.30	33.89	98.9	139.26	33.97	270.83	−7.92	×
	2	東村山	Izu2104090330.png	_20210409_033204	_20210409_033201	0.75	1	強	3.2E+15	under	_spo	0.15	14.6	84.2	139.20	34.99	73.4	139.21	34.91	230.45	76.73	○
	3	東村山	Izu2104110020.png	_20210411_002627	_20210411_002625	2.07	1	弱	3.5E+15	under	_spo	−0.01	13.8	93.0	139.45	35.11	70.1	139.45	34.85	40.24	85.88	○
	4	東村山	Izu2104112340.png	_20210411_234323	_20210411_234320	0.40	1	強	4.0E+15	under	_spo	0.36	22.0	90.5	139.24	34.22	86.3	139.22	34.15	341.04	75.08	×
	5	東村山	Izu2104212210.png	_20210421_221608	_20210421_221604	0.77	14	強	4.7E+16	over	_J5_Lyr	−1.65	41.3	105.0	140.09	32.97	89.6	139.82	32.84	268.88	38.85	○
	6	東村山	Izu2104220140.png	_20210422_014903	_20210422_014901	0.18	2	強	1.0E+16	under	_spo	−0.39	27.8	86.3	139.59	34.03	82.5	139.56	34.00	314.86	64.80	○
	7	東村山	Izu2104220210.png	_20210422_021702	_20210422_021659	0.50	3	弱	1.6E+16	under	_spo	−0.62	35.4	101.8	139.34	34.21	87.4	139.26	34.13	295.91	56.83	○
	8	東村山	Izu2104240140.png	_20210424_014108	_20210424_014106	0.25	1	弱	1.9E+16	under	_J5_Lyr	−0.56	44.4	99.8	140.28	33.13	89.6	140.23	33.12	273.56	35.78	×
	9	東村山	Izu2104242210.png	_20210424_221502	_20210424_221458	0.67	3	強	7.3E+16	under	_J5_Lyr	−2.00	46.0	105.1	139.86	32.93	91.3	139.58	32.83	270.18	31.06	○
	10	東村山	Izu2104250250.png	_20210425_025742	_20210425_025738	0.58	1	弱	5.2E+14	under	_spo	1.86	11.5	82.8	139.54	35.03	76.4	139.62	35.06	208.57	−4.09	○

- 1か月で10個
- こと群が3件ありました
- 今回は放射点赤経赤緯と反射領域の項目を追加しました、3個は反射領域から離れていました
- 同時流星は7個と考えます
- スペクトルの取得はありませんでした

報告済みの物

2020年7,8月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	H2	分光 KN9_03	remarks
Jul-20	1	茅ヶ崎	KN9_2007301950.png	_20200730_195011	_20200730_195008	0.47	35	強	9.2E+16	over	_J5_Per	-2.1	51.8	90.9	86.7	×	同じ流星、LONGエコー
Aug-20	1	茅ヶ崎	KN9_2008020130.png	_20200802_013920	_20200802_013900	0.50	8	弱	1.8E+15	under	_J5_sdA	1.9	40.7	100.5	87.0	×	たぶん同じ流星
	2	茅ヶ崎	KN9_2008040200.png	_20200804_020139	_20200804_020102	0.28	29	強	3.1E+15	over	_J5_sdA	1.1	35.1	89.2	82.5	×	同じ流星、LONGエコー、違うかも
	3	茅ヶ崎	KN9_2008102240.png	_20200810_224556	_20200810_224548	0.47	23	中	3.7E+16	over	_J5_Per	-1.2	48.9	102.4	89.8	×	同じ流星、LONGエコー
	4	茅ヶ崎	KN9_2008110300.png	20200811_030529	20200811_030545	0.10	1	弱	3.0E+15	under	spo	1.6	51.3	104.7	100.5	×	同じ流星かも知れない
	5	茅ヶ崎	KN9_2008122320.png	_20200812_232440	_20200812_232507	0.57	12	強	2.6E+16	over	_spo	-1.0	41.2	107.1	84.9	×	電波の方が先に検出、時刻は似ている
	6	茅ヶ崎	KN9_2008130051.png	_20200813_005336	_20200813_005343	0.35	1	弱	6.7E+15	under	_J5_Per	0.8	58.0	105.6	93.0	×	同じ流星
	7	茅ヶ崎	KN9_2008130120.png	_20200813_012254	_20200813_012315	0.33	7	弱	5.7E+16	over	_J5_Per	-1.5	58.8	103.3	90.3	×	同じ流星かも知れない、断続的なLONGエコー
	8	茅ヶ崎	KN9_2008130330.png	_20200813_033042	_20200813_033022	0.10	39	中	1.4E+17	over	_J5_Per	-2.6	51.1	87.9	83.1	あり	同じ流星、LONGエコー
	9	茅ヶ崎	KN9_2008130340.png	_20200813_034623	_20200813_034627	0.20	1	中	2.2E+16	over	_spo	-0.4	63.5	100.5	91.3	×	同じ流星
	10	茅ヶ崎	KN9_2008140000.png	_20200814_000819	_20200814_000815	0.40	16	強	2.9E+16	over	_J5_Per	-0.8	53.8	115.3	100.8	×	同じ流星、LONGエコー
	11	茅ヶ崎	KN9_2008140120.png	_20200814_012517	_20200814_012509	0.36	10	弱	6.4E+16	over	_spo	-1.5	63.7	104.2	93.0	×	たぶん、同じ流星
	12	茅ヶ崎	KN9_2008202340.png	_20200820_234831	_20200820_234828	0.73	1	中	8.9E+15	under	_spo	0.0	35.5	102.5	85.5	×	同じ流星
	13	茅ヶ崎	KN9_2008252320.png	_20200825_232310	_20200825_232301	0.83	41	中	1.5E+17	over	_spo	-2.5	57.3	98.1	80.0	×	同じ流星、LONGエコー
	14	茅ヶ崎	KN9_2008280400.png	_20200828_040247	_20200828_040243	0.97	7	強	1.1E+16	over	_spo	-0.2	37.8	108.2	85.7	×	同じ流星

- 2か月で14個
- この電波観測だけ茅ヶ崎（永井）の観測です

報告済みの物

2020年10,11,12月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域	分光	remarks
Oct-20	1	東村山	Izu2010130240.png	_20201013_024303	_20201013_024302	0.23	4	強	1.8E+16	under	_spo	−0.36	51.6	112.3	139.3	34.0	101.4	139.2	34.0	105.37	29.63	×		
	2	東村山	Izu2010130350.png	_20201013_035623	_20201013_035619	1.19	7	弱	2.3E+16	over	_spo	−0.72	47.6	99.5	139.4	34.6	78.2	138.9	34.3	179.67	45.16	○		
	3	東村山	Izu2010210040.png	_20201021_004320	_20201021_004317	0.23	1	強	4.1E+16	under	_spo	−1.34	47.8	104.5	140.0	33.9	94.3	140.0	33.8	56.29	55.19	○		
	6	東村山	Izu2010250450.png	_20201025_045411	_20201025_045402	0.07	4	強	3.1E+15	under	_spo	1.42	45.9	105.5	139.3	34.7	103.2	139.3	34.6	157.85	76.31	○		光学が9秒早い
	7	東村山	Izu2010280320.png	_20201028_032304	_20201028_032257	0.20	1	弱	6.4E+15	under	_spo	1.00	64.0	107.9	139.5	34.9	99.6	139.4	34.9	130.65	−3.09	×		光学が7秒早い
	4	東村山	Izu2010290240.png	_20201029_024623	_20201029_024623	0.13	1	強	2.1E+15	under	_spo	1.58	36.0	89.5	139.3	34.8	85.6	139.3	34.8	52.53	59.36	○		
	5	東村山	Izu2010310030.png	_20201031_003513	_20201031_003514	0.20	1	強	1.7E+15	under	_spo	1.46	26.0	87.6	139.2	34.6	82.2	139.2	34.6	26.49	70.30	○		
Nov-20	1	東村山	Izu2011100420.png	_20201110_042456	_20201110_042453	1.22	3	強	5.2E+15	under	_J5_sTa	0.24	26.1	94.9	139.1	34.4	76.7	139.5	34.4	56.02	13.56	○		
	2	東村山	Izu2011170420.png	_20201117_042928	_20201117_042926	1.68	35	弱	3.3E+16	over	_J5_oEr	−1.56	31.6	95.9	138.6	33.4	73.6	139.1	33.5	65.00	−2.59	○		Long Echo
	3	東村山	Izu2011212110.png	_20201121_211904	_20201121_211906	0.20	1	弱	1.5E+15	under	_spo	1.68	28.6	93.3	139.3	34.5	90.3	139.3	34.5	108.48	34.63	○		
	4	東村山	Izu2011260330.png	_20201126_033038	_20201126_033036	0.13	1	強	1.9E+15	under	_J5_daD	1.74	37.7	94.7	139.3	34.6	92.0	139.3	34.6	219.32	65.37	○		
	5	東村山	Izu2011260530.png	_20201126_053137	_20201126_053135	0.20	1	強	5.7E+15	under	_J5_kDr	0.76	45.5	93.7	139.0	34.4	86.3	139.0	34.4	182.36	67.51	○		
	6	東村山	Izu2012010320.png	_20201201_032831	_20201201_032828	0.52	1	強	1.2E+15	under	_spo	1.49	19.0	92.2	139.1	35.0	85.9	139.2	35.0	59.80	15.73	○		
	7	東村山	Izu2012010500.png	_20201201_050939	_20201201_050939	0.10	1	弱	2.4E+15	under	_J5_daD	1.80	51.0	106.7	139.5	34.7	102.3	139.5	34.6	190.77	58.94	○		

- 10月11月の2か月で12個でした
- 12月は34個でした。ふたご群は15個(44%)でした。
- 先行研究では速度の遅いふたご群の識別率は高いとされています
- 反射領域判定によって2個が非同時となりました（エコー形状判定はunderです）

反射領域判定を
追加しました

報告済みの物

2020年10,11,12月の電波光学同時流星内訳

year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域	分光
Dec-20	1	東村山	Izu2012042200	_20201204_220624	_20201204_222623	0.56	3	強	7.3E+14	over	_J5_sTa	2.47	28.5	98.1	139.7	34.6	82.9	139.7	34.7	75.83	12.69	×	
	2	東村山	Izu2012060340	_20201206_034056	_20201206_034056	0.20	9	強	2.2E+16	over	_spo	−0.14	76.3	104.5	139.2	34.8	93.2	139.1	34.9	170.77	8.20	×	
	3	東村山	Izu2012060410	_20201206_041816	_20201206_041815	0.47	7	強	1.3E+16	over	_J5_Gem	−0.46	33.7	95.5	140.0	34.6	80.9	140.0	34.6	109.44	30.39	○	
	4	東村山	Izu2012061710	_20201206_171303	_20201206_171302	1.02	15	強	1.1E+17	over	_spo	−3.09	24.4	114.0	138.9	34.0	105.2	139.2	34.1	266.89	−1.34	○	
	5	東村山	Izu2012070240	_20201207_024240	_20201207_024237	0.36	1	弱	6.2E+15	under	_spo	−0.21	20.3	82.6	139.3	34.4	77.0	139.3	34.4	67.34	16.14	○	
	6	東村山	Izu2012070300	_20201207_030017	_20201207_030015	0.57	4	強	1.0E+16	over	_J5_daD	0.03	42.9	94.1	139.5	34.4	80.4	139.4	34.3	210.03	62.76	○	
	7	東村山	Izu2012070300	_20201207_030918	_20201207_030919	0.27	2	強	1.6E+16	under	_spo	−0.06	61.5	108.6	139.3	34.9	91.7	139.2	34.9	142.16	37.49	×	
	8	東村山	Izu2012080240	_20201208_024222	_20201208_024221	0.43	4	強	6.9E+15	over	_J5_Gem	0.36	38.4	95.1	139.9	34.0	78.9	140.0	34.0	100.54	31.76	×	
	9	東村山	Izu2012110430	_20201211_043319	_20201211_043316	0.30	1	強	4.4E+15	over	_spo	0.62	30.9	94.2	139.5	34.5	87.2	139.6	34.5	112.87	32.03	○	
	10	東村山	Izu2012110540	_20201211_054056	_20201211_054058	0.25	1	弱	2.3E+15	under	_J5_Gem	1.28	29.7	92.8	139.0	34.8	88.0	139.1	34.8	102.24	34.72	○	
	11	東村山	Izu2012132240	_20201213_224629	_20201213_224629	0.40	1	弱	1.3E+16	under	_J5_Gem	−0.39	36.5	98.8	139.1	34.4	87.4	139.0	34.4	112.83	32.32	×	
	12	東村山	Izu2012140400	_20201214_040406	_20201214_040404	0.49	1	弱	1.5E+16	under	_J5_Gem	−0.53	35.8	94.8	140.1	33.9	80.7	140.3	33.9	113.94	32.75	○	
	13	東村山	Izu2012140430	_20201214_043143	_20201214_043141	0.63	2	弱	9.2E+15	over	_J5_Gem	−0.06	34.5	99.1	139.8	34.4	82.6	140.0	34.4	112.85	32.76	○	
	14	東村山	Izu2012140430	_20201214_043404	_20201214_043401	0.24	1	弱	3.5E+15	over	_J5_Gem	0.93	32.6	93.1	139.7	34.7	86.5	139.8	34.7	111.09	32.91	○	
	15	東村山	Izu2012140440	_20201214_044355	_20201214_044354	0.24	1	弱	4.0E+15	over	_J5_Gem	0.76	32.2	92.4	139.7	34.3	85.9	139.7	34.3	111.53	33.92	○	
	16	東村山	Izu2012140440	_20201214_044843	_20201214_044842	0.76	4	弱	4.2E+16	over	_J5_Gem	−1.70	34.8	100.1	139.4	34.2	80.0	139.6	34.2	114.19	31.62	○	
	17	東村山	Izu2012140450	_20201214_045710	_20201214_045709	0.68	1	弱	2.2E+16	over	_J5_Gem	−0.97	35.4	116.5	139.1	33.6	100.6	139.3	33.5	112.25	31.91	○	
	18	東村山	Izu2012140450	_20201214_045843	_20201214_045846	0.19	1	弱	1.4E+16	over	_spo	−0.11	51.1	99.9	138.9	34.3	94.8	138.9	34.3	223.23	14.41	×	
	19	東村山	Izu2012140500	_20201214_050124	_20201214_050123	0.30	1	弱	2.4E+15	over	_J5_Gem	1.35	33.2	95.2	139.5	34.8	87.4	139.5	34.8	114.55	32.21	○	
	20	東村山	Izu2012140520	_20201214_052243	_20201214_052240	0.39	2	弱	6.3E+15	over	_J5_Gem	0.31	33.5	91.4	139.0	34.5	81.5	139.1	34.5	112.22	32.84	○	
	21	東村山	Izu2012140550	_20201214_055727	_20201214_055727	0.47	3	弱	7.6E+15	under	_J5_Gem	0.04	31.6	91.9	139.3	35.0	81.6	139.5	34.9	113.55	32.59	○	
	22	東村山	Izu2012150010	_20201215_001314	_20201215_001317	1.20	1	強	5.8E+16	over	_J5_Gem	−2.16	31.7	92.5	139.5	34.6	54.8	139.3	34.6	114.62	32.34	×	
	23	東村山	Izu2012150040	_20201215_004859	_20201215_004901	0.35	1	弱	3.5E+16	under	_spo	−1.37	39.0	93.0	139.4	33.4	79.7	139.4	33.4	110.49	17.36	×	
	24	東村山	Izu2012150130	_20201215_013621	_20201215_013618	0.20	3	強	9.4E+15	under	_spo	0.04	38.8	98.4	138.9	34.6	92.5	138.8	34.5	179.43	72.18	○	
	25	東村山	Izu2012150540	_20201215_054441	_20201215_054440	0.53	2	強	8.0E+15	under	_J5_Gem	0.04	32.8	96.2	139.4	35.1	83.9	139.5	35.1	114.59	32.07	○	
	26	東村山	Izu2012170110	_20201217_011939	_20201217_011936	0.16	1	強	3.9E+15	under	_J5_daD	1.26	50.0	96.0	139.5	34.1	9				3	○	
	27	東村山	Izu2012170230	_20201217_023948	_20201217_023946	0.70	2	強	2.5E+15	over	_J5_sTa	0.85	21.4	88.0	140.0	34.1	1				7	○	
	28	東村山	Izu2012190010	_20201219_001429	_20201219_001426	0.67	1	弱	5.3E+15	under	_spo	−0.34	15.4	103.8	140.2	34.0	9				7	○	あり
	29	東村山	Izu2012190440	_20201219_044653	_20201219_044650	0.95	6	強	1.8E+16	under	_spo	−0.77	35.7	119.6	139.0	34.1	9				0	○	
	30	東村山	Izu2012200210	_20201220_021356	_20201220_021353	0.57	1	弱	2.9E+15	under	_spo	0.66	21.1	87.9	139.8	34.2	76.7	139.9	34.2	84.38	29.62	○	
	31	東村山	Izu2012290410	_20201229_041824	_20201229_041821	0.23	1	弱	9.4E+14	under	_spo	2.24	29.5	95.2	139.6	35.0	90.6	139.6	35.0	109.97	23.43	○	
	32	東村山	Izu2012310250	_20201231_025328	_20201231_025326	0.23	3	強	2.2E+15	under	_spo	1.39	30.7	90.1	138.8	34.0	83.8	138.7	34.0	181.23	63.52	○	
	33	東村山	Izu2012310300	_20201231_030812	_20201231_030809	1.03	1	弱	8.8E+15	under	_spo	−0.45	23.0	95.3	139.8	33.6	76.7	140.0	33.7	103.30	14.63	○	
	34	東村山	Izu2012310600	_20201231_060742	_20201231_060740	0.46	8	強	1.4E+17	over	_spo	−2.66	46.4	101.0	139.0	34.3	80.8	139.0	34.2	176.56	54.13	○	

反射領域判定を
追加しました

報告済みの物

2021年1月の電波光学同時流星内訳

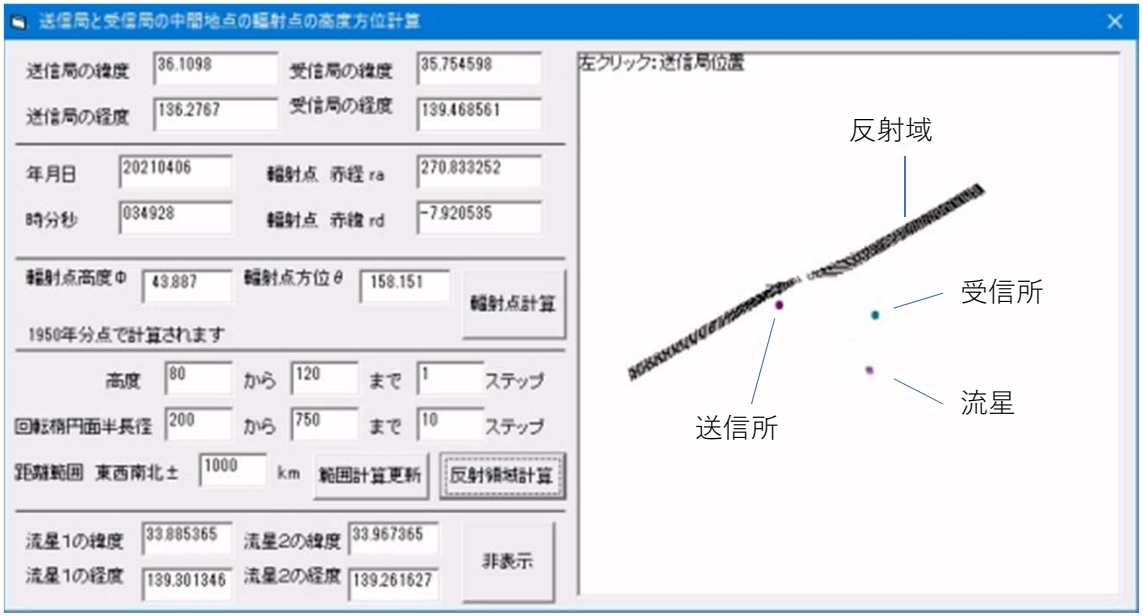
year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域	分光	remarks
Jan-21	1	東村山	Izu2101022300.png	_20210102_230904	_20210102_230906	0.18	2	強	8.4E+14	under	_spo	1.74	16.7	87.9	139.77	34.44	84.5	139.78	34.43	87.57	56.51	○		
	2	東村山	Izu2101040250.png	_20210104_025534	_20210104_025534	0.59	15	強	4.2E+16	over	_J5_Qua	-1.52	41.4	99.6	138.92	34.24	85.3	138.75	34.12	227.81	49.59	○		
	3	東村山	Izu2101040310.png	_20210104_032000	_20210104_031958	0.41	2	強	5.3E+16	under	_J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1	139.06	33.87	227.35	50.58	○		
	4	東村山	Izu2101040320.png	_20210104_032002	_20210104_031958	0.41	12	強	5.3E+16	over	_J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1	139.06	33.87	227.35	50.58	○		_20210104_032000
	5	東村山	Izu2101040320.png	_20210104_032358	_20210104_032359	0.95	2	弱	9.5E+16	under	_J5_Qua	-2.40	41.4	103.7	139.59	34.30	79.1	139.31	34.12	230.86	48.49	○	あり	
	6	東村山	Izu2101040500.png	_20210104_050735	_20210104_050737	0.16	6	強	1.8E+16	over	_spo	-0.57	43.2	93.8	139.58	34.42	87.6	139.55	34.41	219.40	40.07	×		
	7	東村山	Izu2101090450.png	_20210109_045253	_20210109_045250	0.13	1	強	6.4E+15	under	_spo	0.38	36.6	104.4	139.71	34.05	100.5	139.74	34.05	141.05	36.03	○		
	8	東村山	Izu2101111850.png	_20210111_185742	_20210111_185741	0.78	2	強	1.3E+15	under	_spo	1.02	13.3	93.4	139.45	34.61	81.4	139.46	34.54	26.29	69.50	○		
	9	東村山	Izu2101130600.png	_20210113_060618	_20210113_060616	1.20	5	強	7.9E+16	under	_spo	-2.84	23.0	102.4	139.74	34.76	79.8	139.64	34.57	267.07	71.07	○		
	10	東村山	Izu2101142210.png	_20210114_221326	_20210114_221327	0.27	5	弱	2.3E+15	under	_spo	1.43	34.1	90.1	139.08	35.01	85.5	139.04	34.95	191.40	67.34	○		
	11	東村山	Izu2101190510.png	_20210119_051242	_20210119_051240	0.48	1	弱	4.6E+16	under	_J5_xUm	-1.57	43.2	93.4	140.26	33.71	75.7	140.39	33.70	171.69	31.46	○	あり	
	12	東村山	Izu2101210130.png	_20210121_013247	_20210121_013247	1.03	6	強	9.6E+15	under	_spo	-0.42	25.7	95.9	139.16	34.99	77.5	139.07	34.80	225.49	73.07	○		
	13	東村山	Izu2101220300.png	_20210122_030243	_20210122_030241	0.46	1	弱	1.2E+15	under	_spo	1.45	18.9	91.4	139.14	34.55	83.9	139.21	34.53	115.70	38.48	○		
	14	東村山	Izu2101260350.png	_20210126_035351	_20210126_035347	0.80	1	強	5.3E+15	under	_spo	0.35	29.1	102.6	139.55	34.88	84.5	139.51	34.73	227.51	76.48	○		

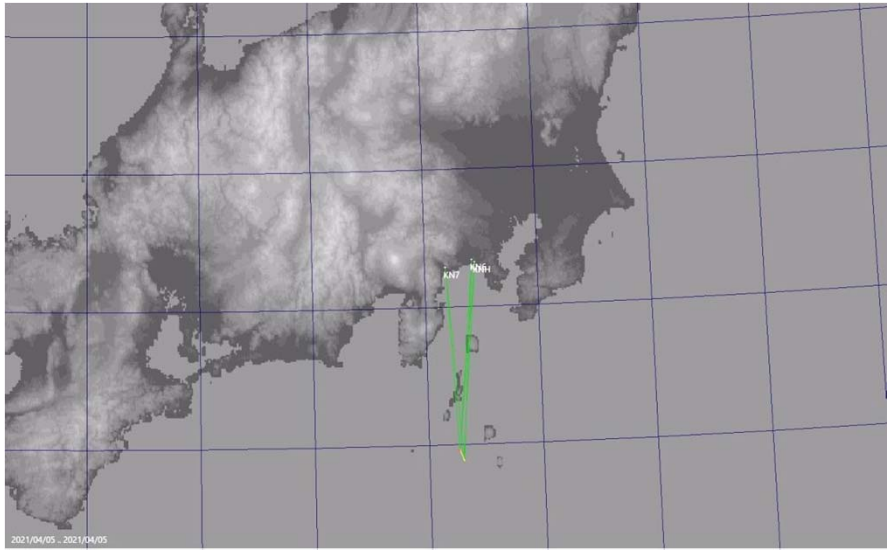
- 1か月で14個
- 1月4日にしぶんぎが4件ありました
- 今回は緯度経度の項目を追加しました
- 反射領域判定は非同時ですが、エコー形状判定がoverなので同時の可能性もありそうですが、電波の方が2秒先に検出されていますので非同時流星と思われます

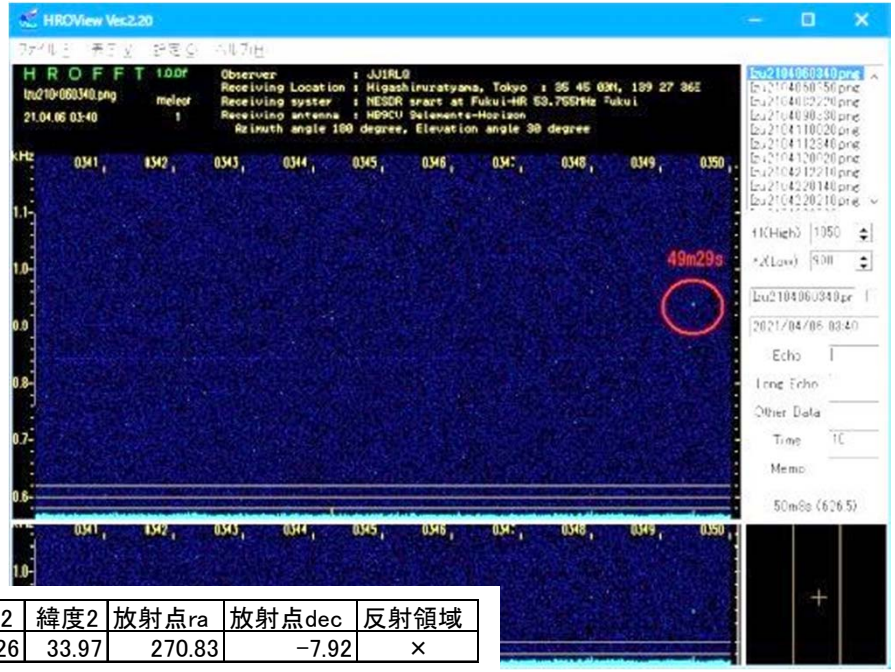
反射領域判定を
追加しました

次ページより各の流星の
観測結果です

_20210406_034928

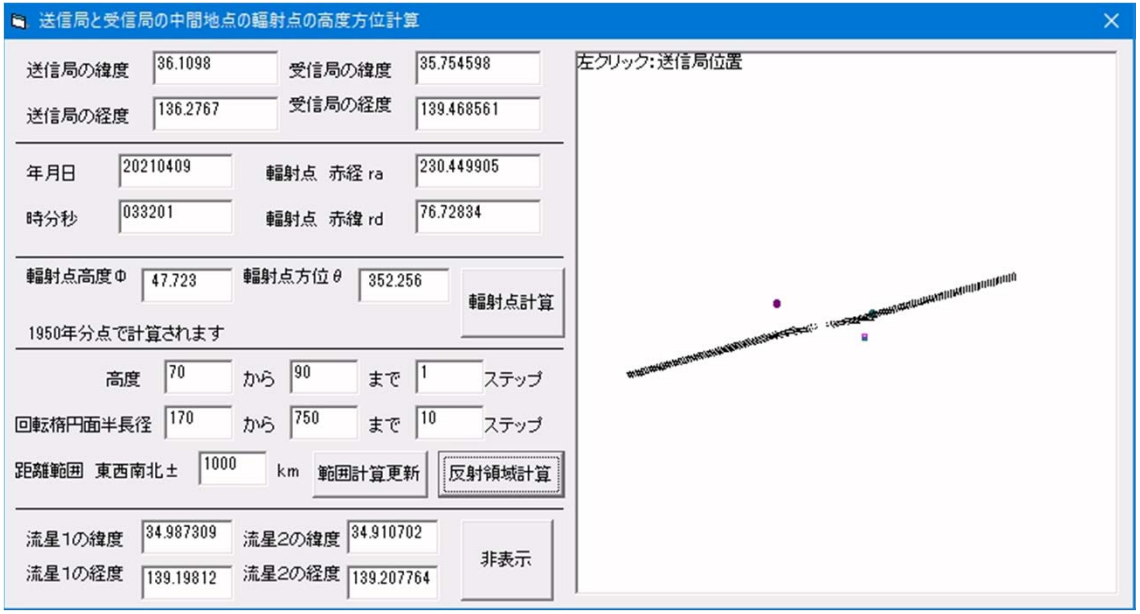


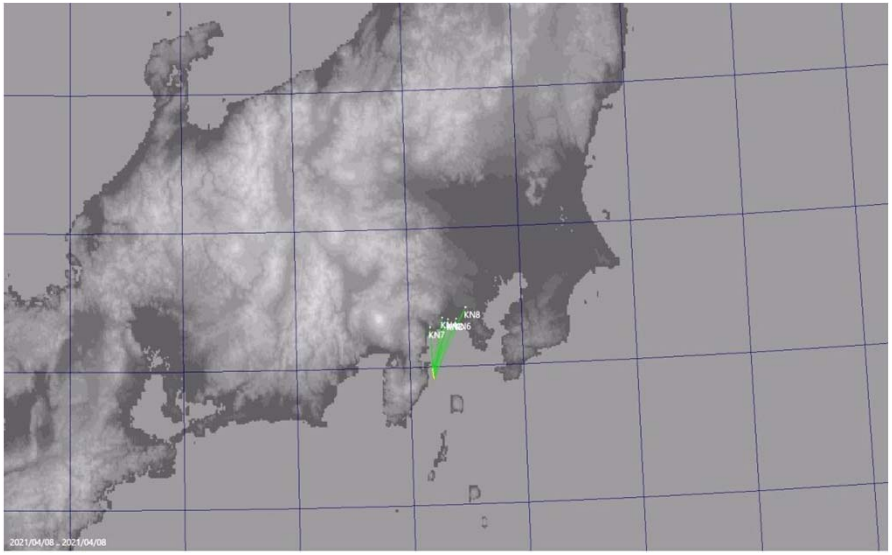


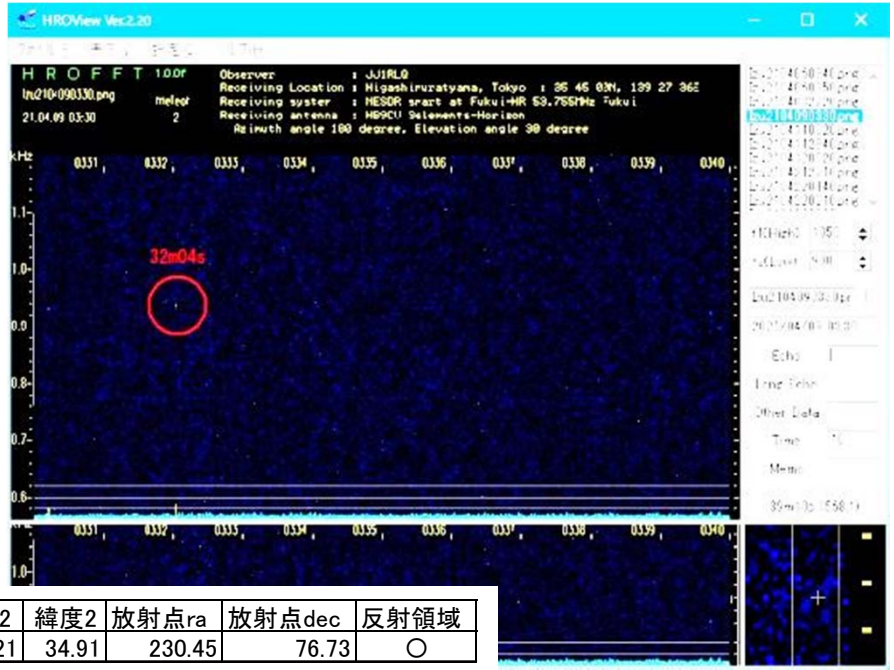


継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域
0.21	1	弱	2.2E+16	under	_spo	−0.27	66.5	109.2	139.30	33.89	98.9	139.26	33.97	270.83	−7.92	×

_20210409_033201

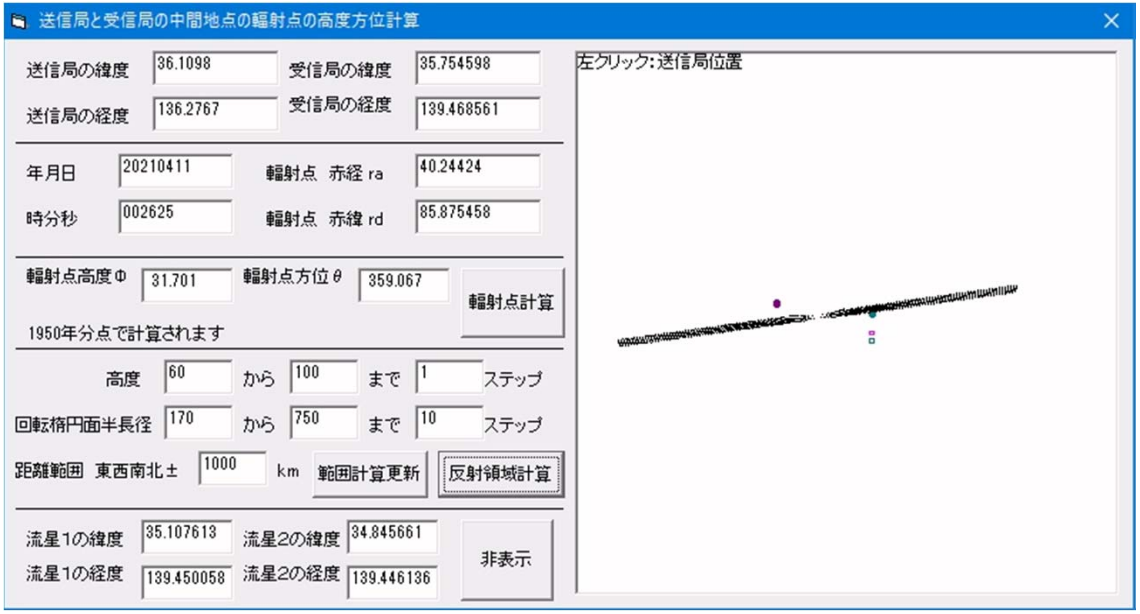


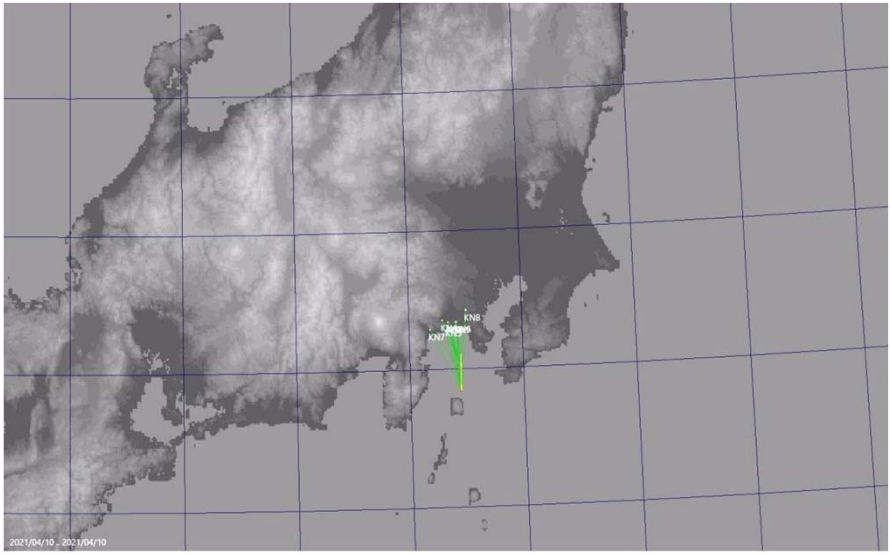


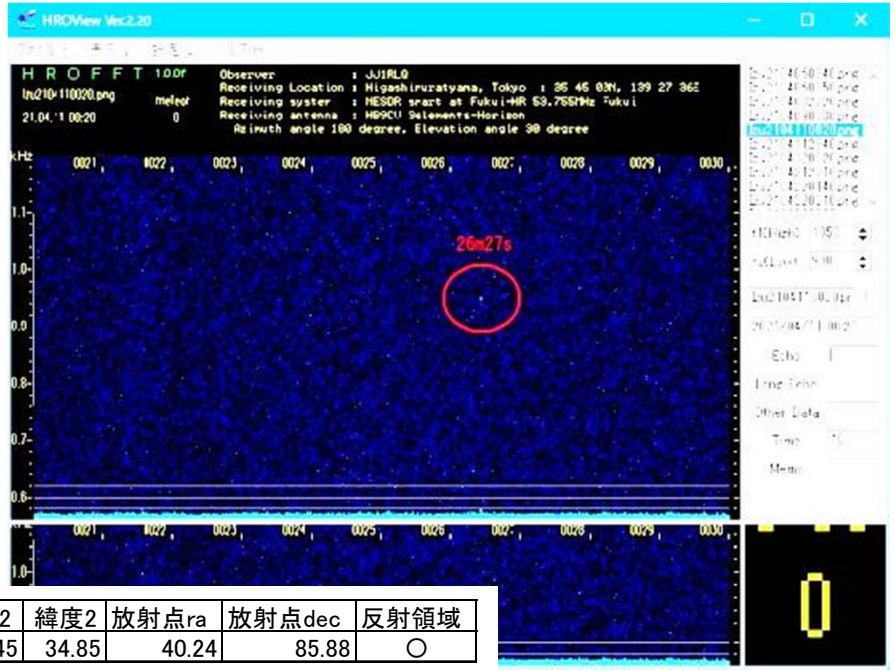


継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域
0.75	1	強	3.2E+15	under	_spo	0.15	14.6	84.2	139.20	34.99	73.4	139.21	34.91	230.45	76.73	○

_20210411_002625

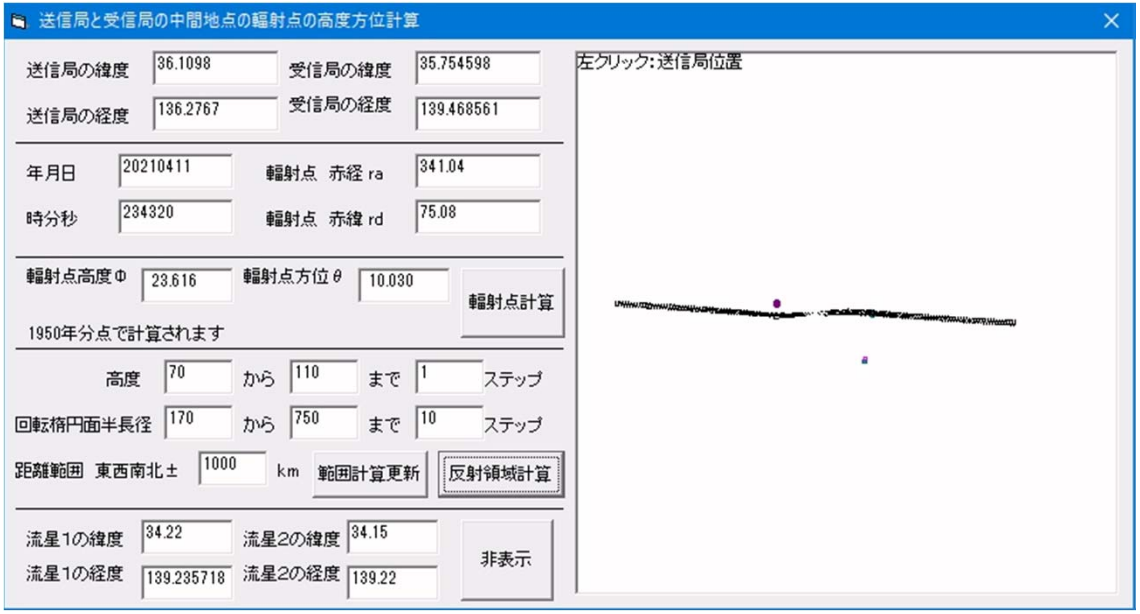


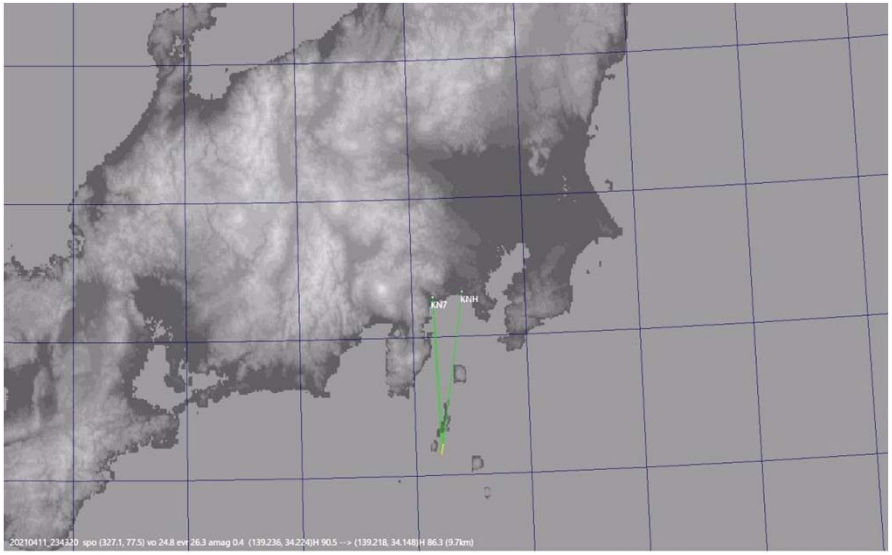


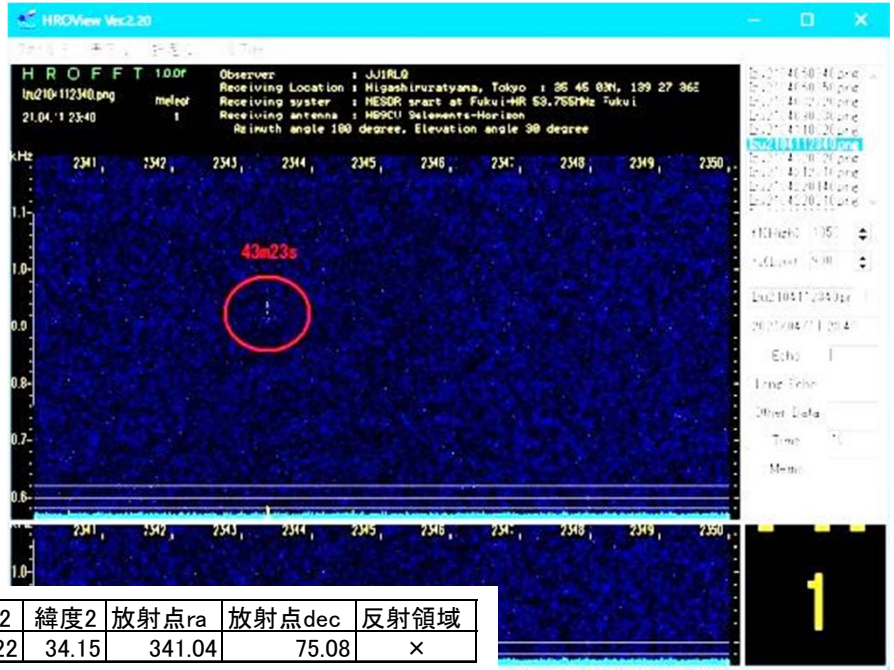


継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域
2.07	1	弱	3.5E+15	under	_spo	−0.01	13.8	93.0	139.45	35.11	70.1	139.45	34.85	40.24	85.88	○

_20210411_234320

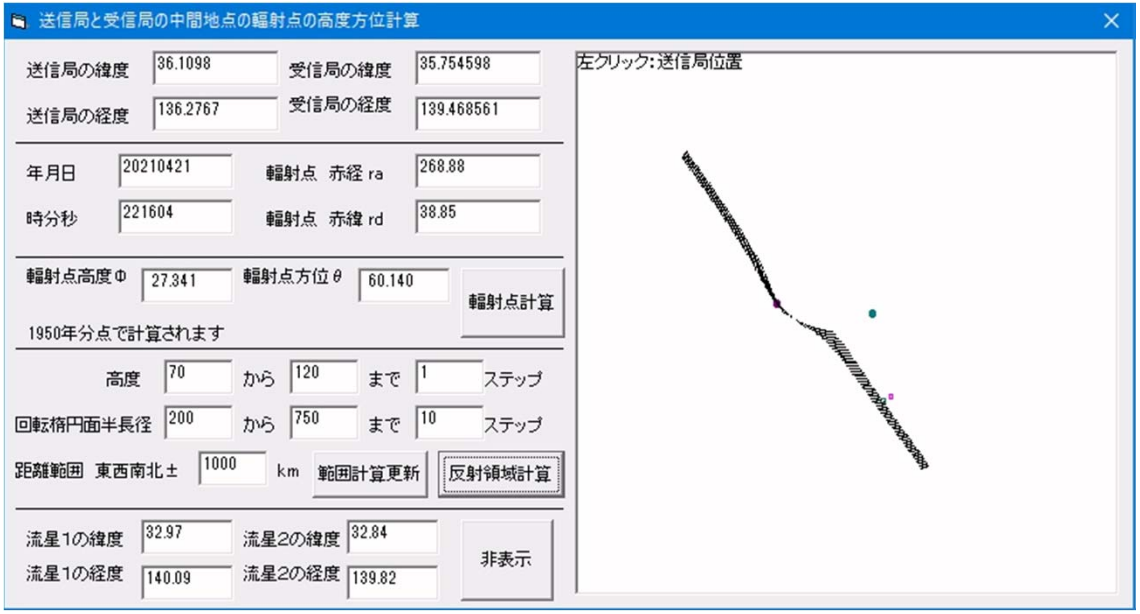


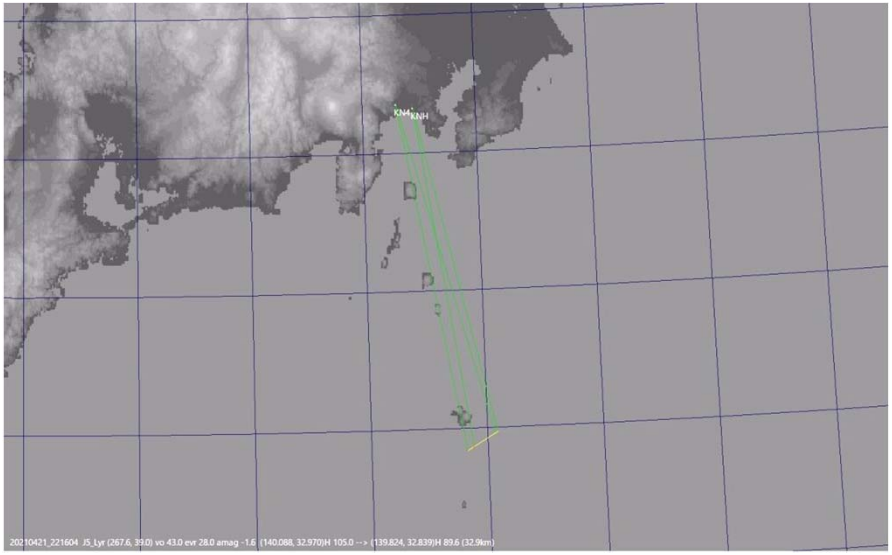


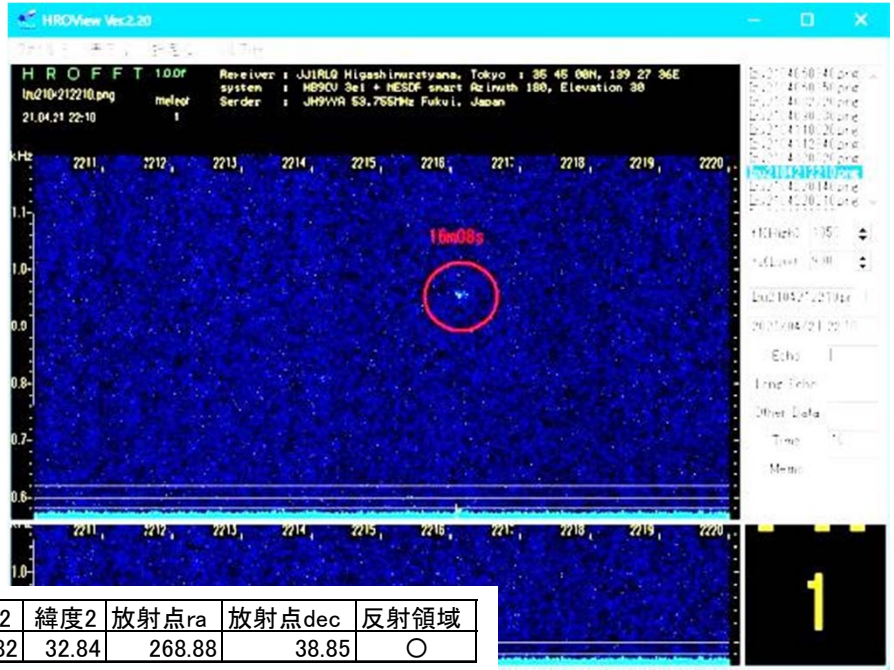


継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域
0.40	1	強	4.0E+15	under	_spo	0.36	22.0	90.5	139.24	34.22	86.3	139.22	34.15	341.04	75.08	×

_20210421_221604

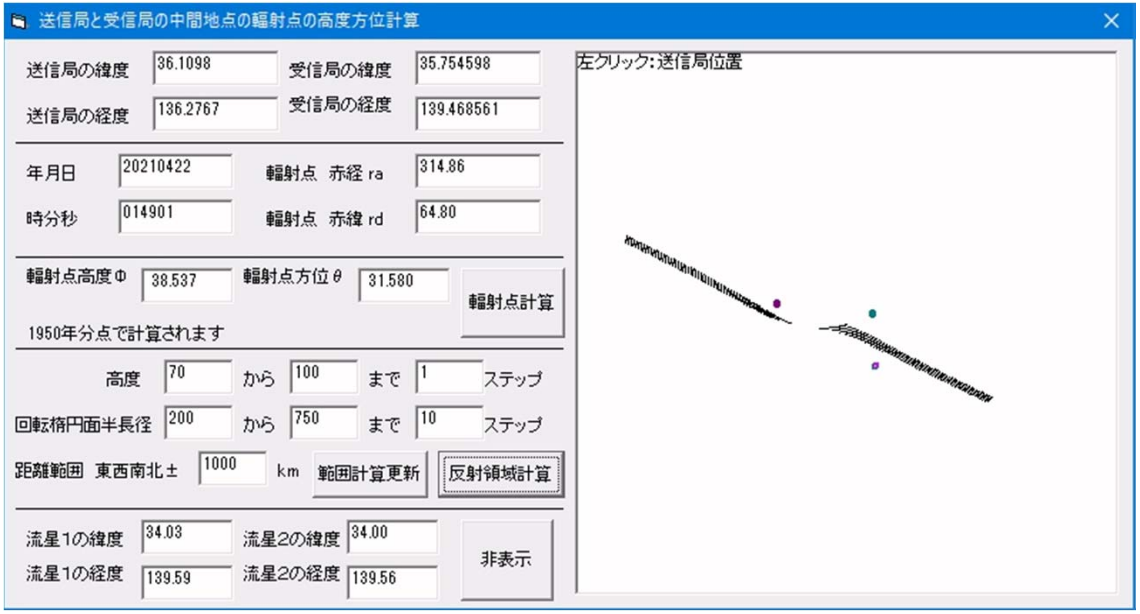


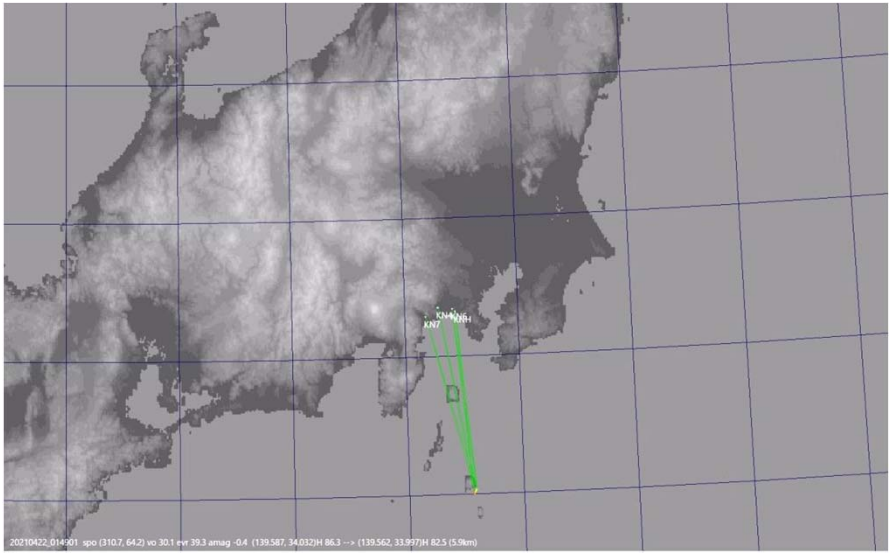


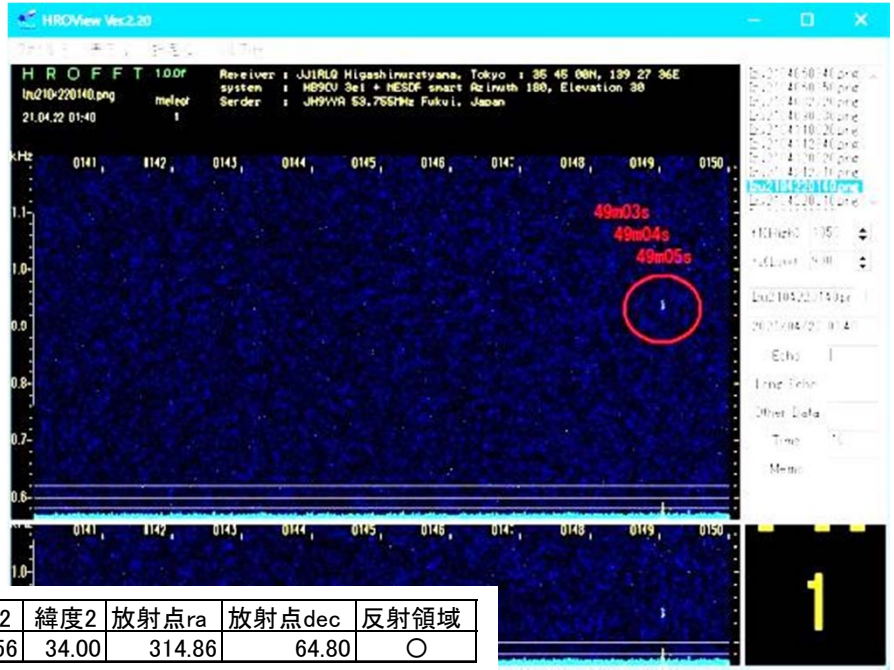


継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域
0.77	14	強	4.7E+16	over	_J5_Lyr	−1.65	41.3	105.0	140.09	32.97	89.6	139.82	32.84	268.88	38.85	○

_20210422_014901

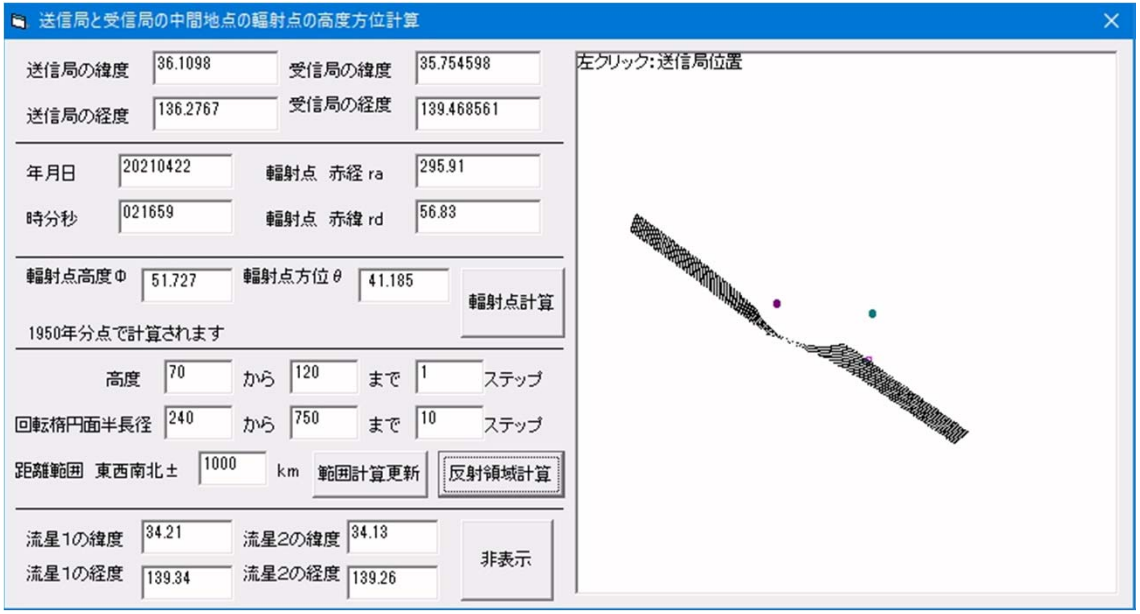


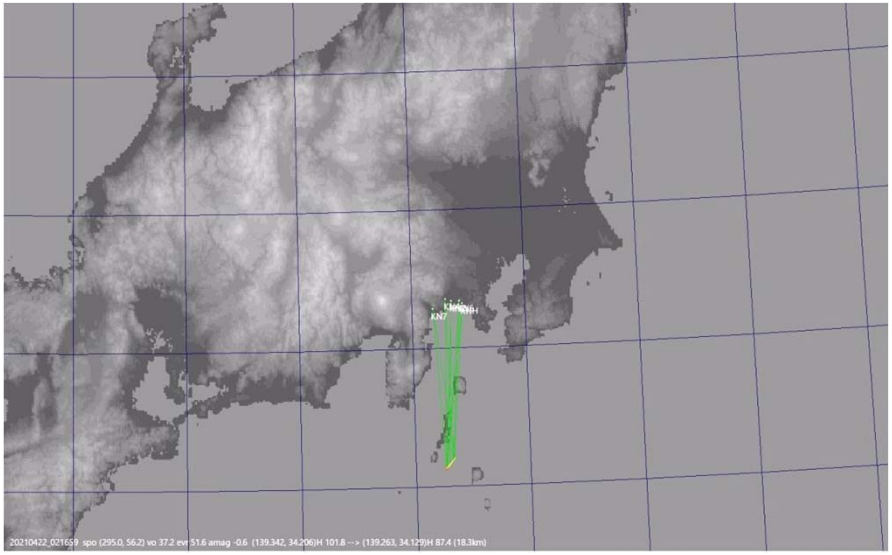


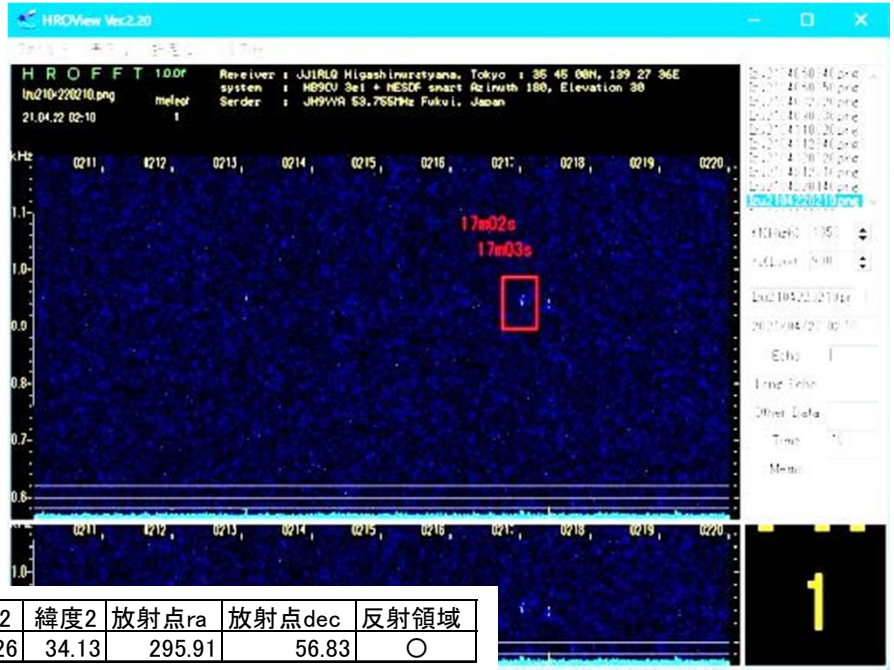


継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域
0.18	2	強	1.0E+16	under	spo	−0.39	27.8	86.3	139.59	34.03	82.5	139.56	34.00	314.86	64.80	○

_20210422_021659

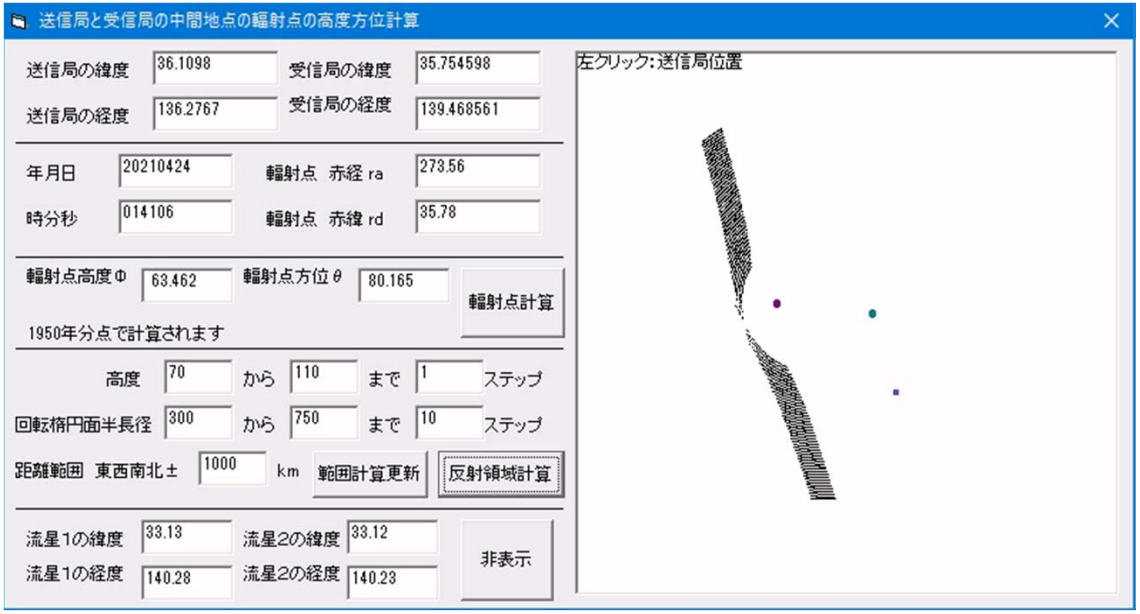


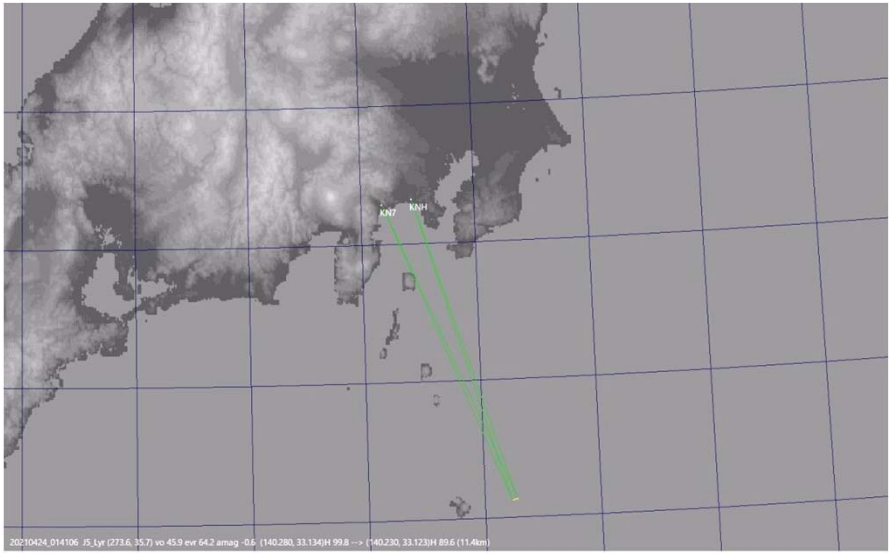


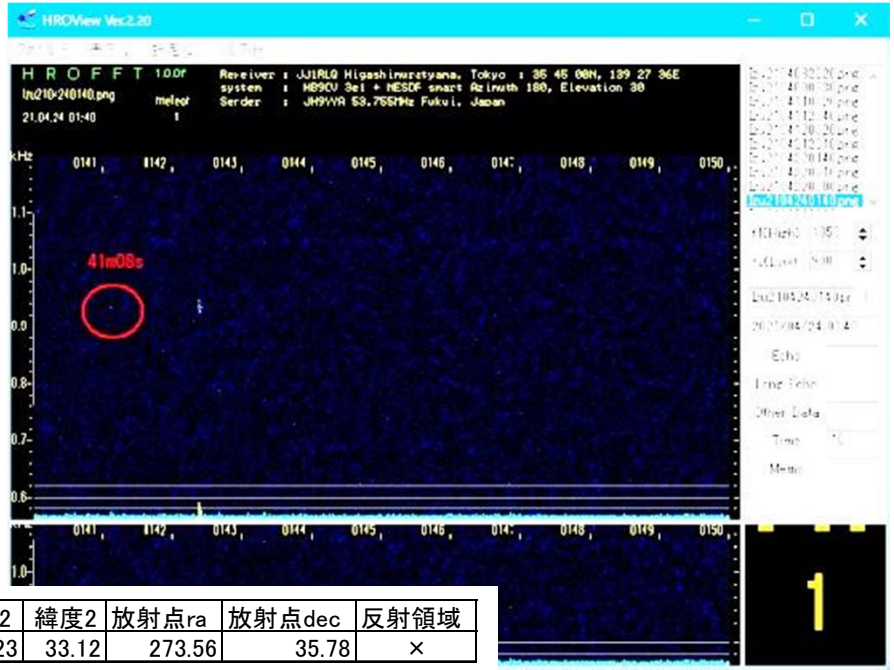


継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	_stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域
0.50	3	弱	1.6E+16	under	_spo	−0.62	35.4	101.8	139.34	34.21	87.4	139.26	34.13	295.91	56.83	○

_20210424_014106

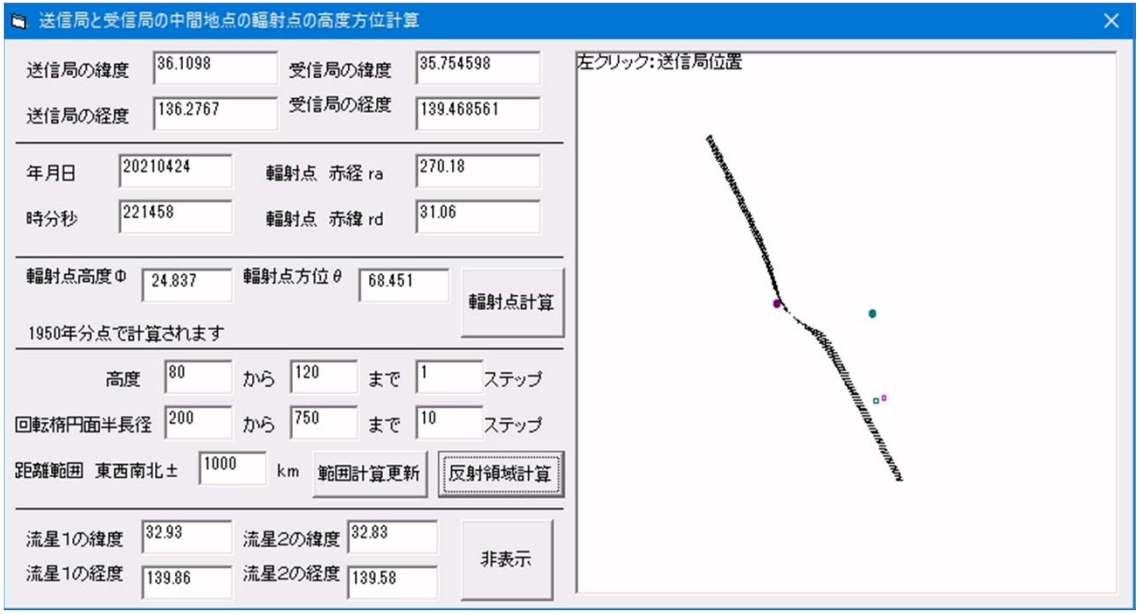


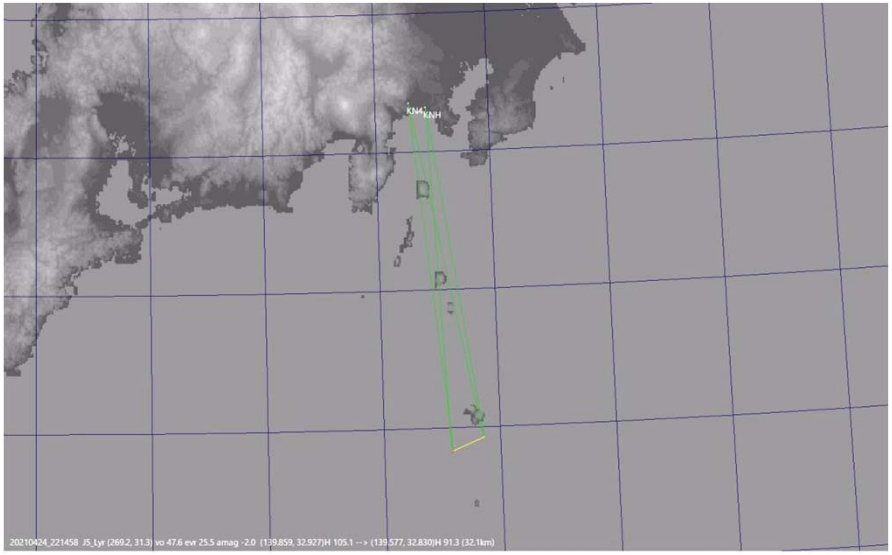


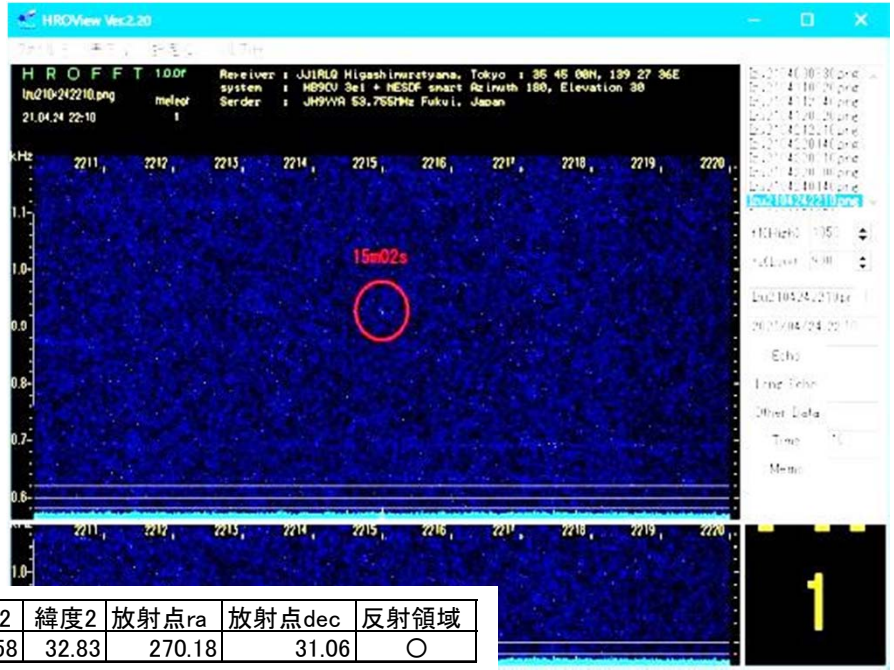


継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域
0.25	1	弱	1.9E+16	under	_J5_Lyr	−0.56	44.4	99.8	140.28	33.13	89.6	140.23	33.12	273.56	35.78	×

_20210424_221458

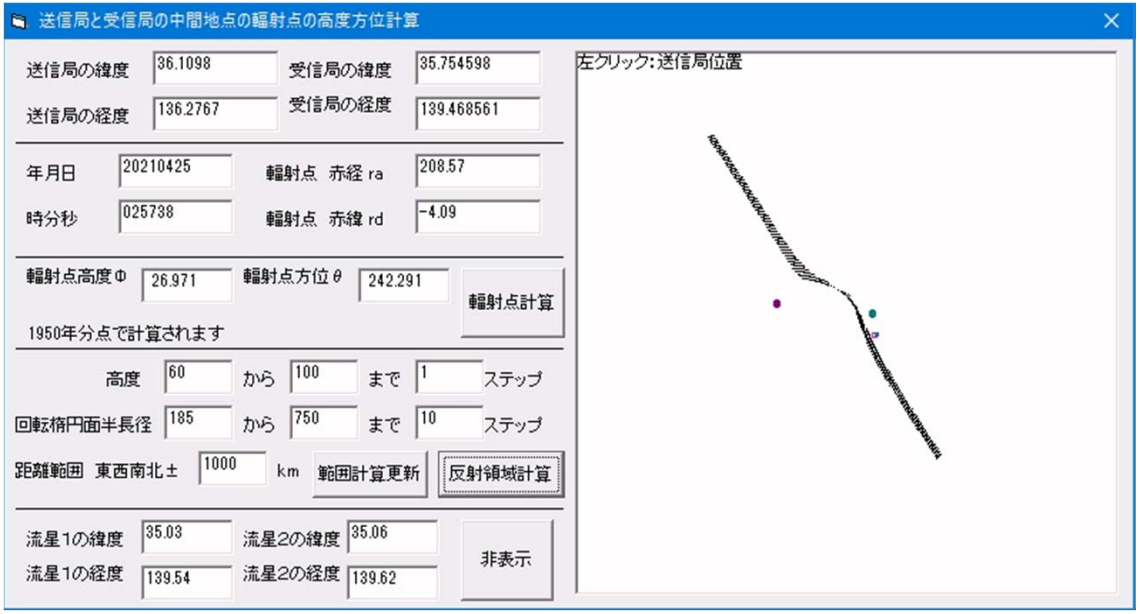


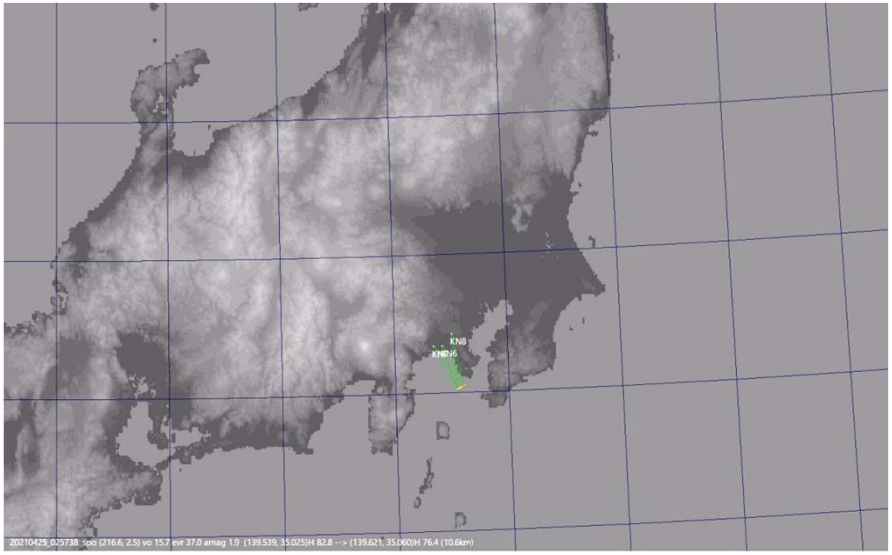


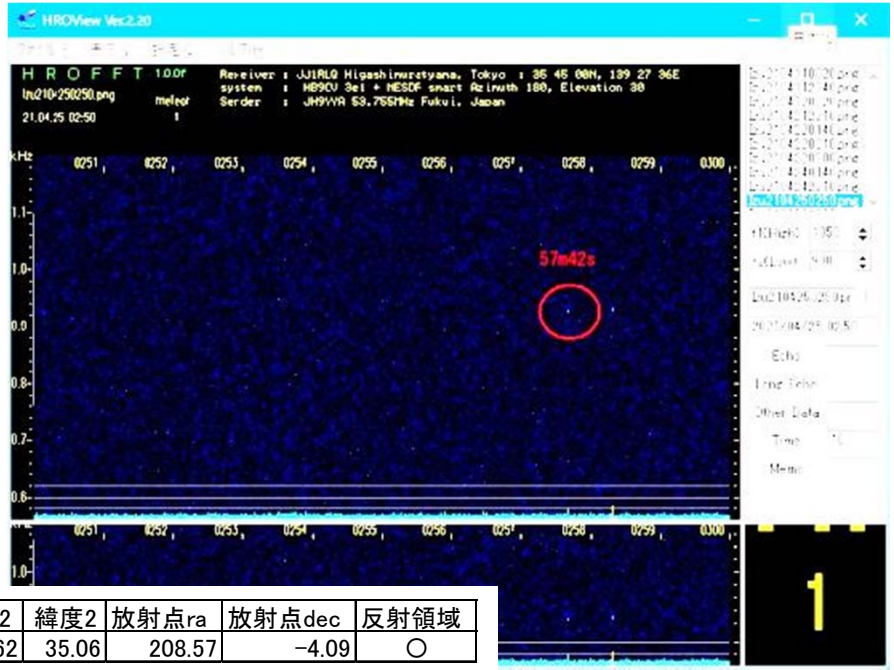


継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域
0.67	3	強	7.3E+16	under	_J5_Lyr	−2.00	46.0	105.1	139.86	32.93	91.3	139.58	32.83	270.18	31.06	○

_20210425_025738





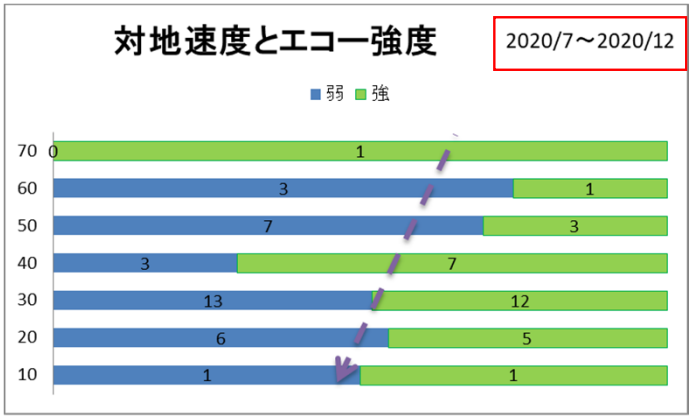


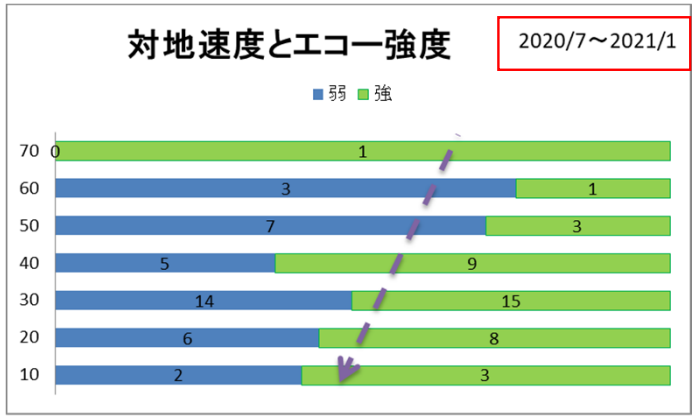
継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec	反射領域
0.58	1	弱	5.2E+14	under	spo	1.86	11.5	82.8	139.54	35.03	76.4	139.62	35.06	208.57	-4.09	○

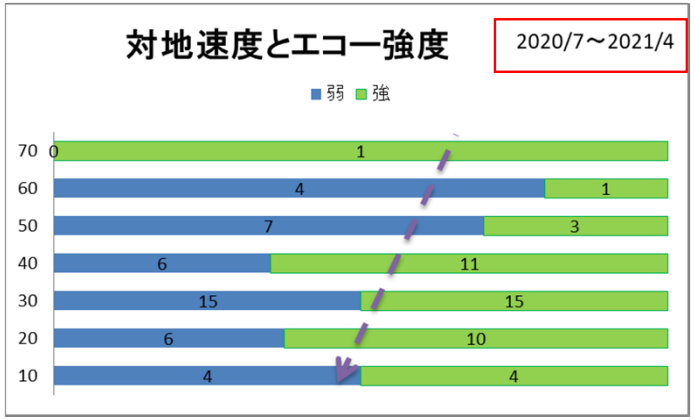
結果と考察

- 課題とポイント
  - 対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する
    - 対地速度とエコー強度が逆の相関関係にあれば確認出来た事になる
      - 前回までで傾向が見えて来ましたが、まだ母数が不足していました
  - なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？
    - 光学流星が電波で検出できないのはなぜ？
      - こちらは前回までで解釈が出来ました
    - 電波流星が光学で検出できないのはなぜ？
      - こちらは前回の「絶対等級と同時流星数のグラフ」で予想されるグラフのように
      - 見えて来ましたが、まだ、母数が不足しています
  - どちらの課題も4月の観測を追記して母数を増やして確認します

対地速度と電波の強弱の関係を観測的に確認する





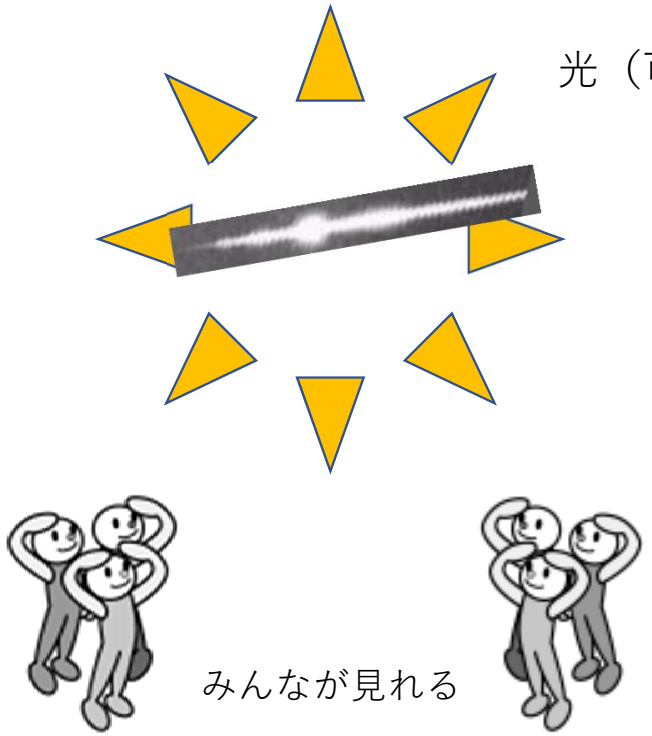


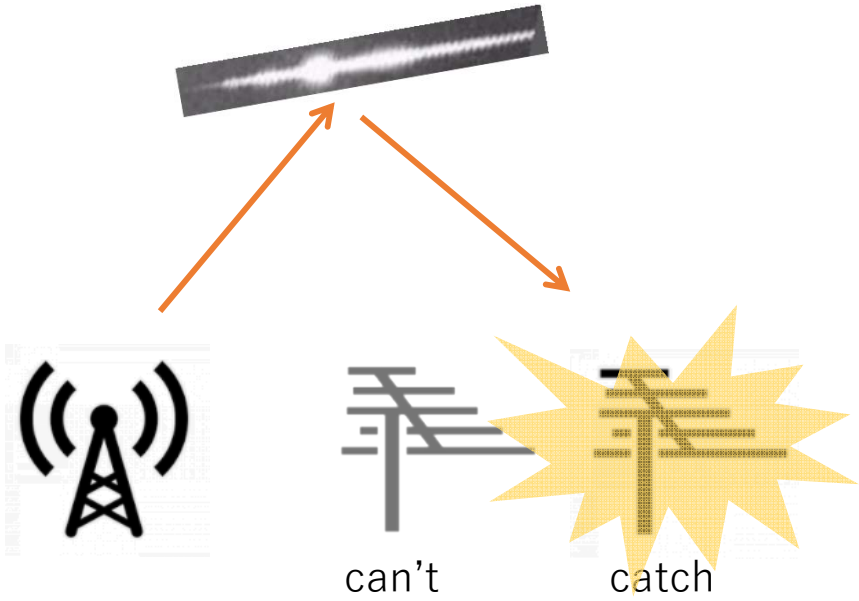
2021年4月の10個を追記しました
1月の追記で速度とエコー強度のトレンドは、より顕著になりました
4月を追記しましたが、まだ母数が不足しているように見えます

なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？

この図で光学流星を電波で検出されない理由は解釈できたが、
電波で検出出来ても光学で検出出来ない理由は別にある

- 光学流星が電波で検出できない理由





なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？

前回の解釈です、この解釈を観測的に確認したい

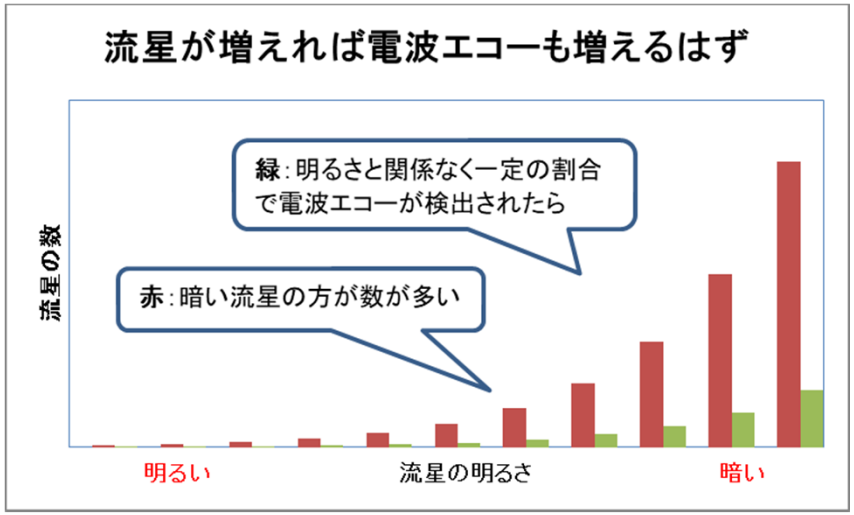
- 電波流星が光学で検出できない理由

流星の絶対等級	質量(g)	観測手段
−10	10000	火球
−5	100	肉眼、写真
0	1	写真、ビデオ
+5	0. 01	ビデオ、radar
+10	0. 0001	望遠鏡、radar

渡部, 木曽シンポジウム2009

ビデオは明るい流星の観測手段、
電波は暗い流星の観測手段となっています
5等の欄ではビデオと電波の両方となっています（電波光学同時流星の領域）

明るい流星はビデオ観測・暗い流星は電波観測と言うすみ分け
暗い流星はビデオに写らないが電波なら(反射を)観測出来る と言う意味

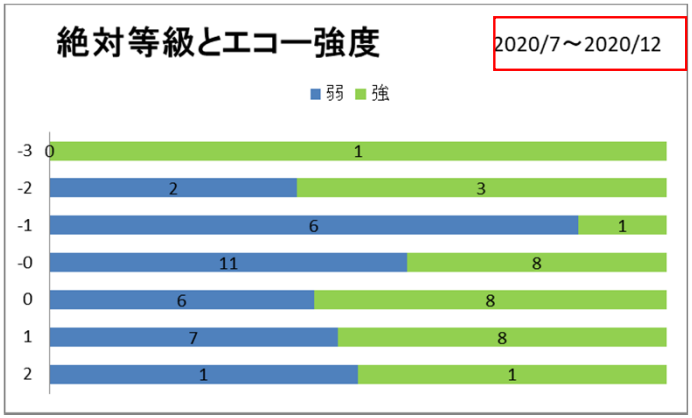


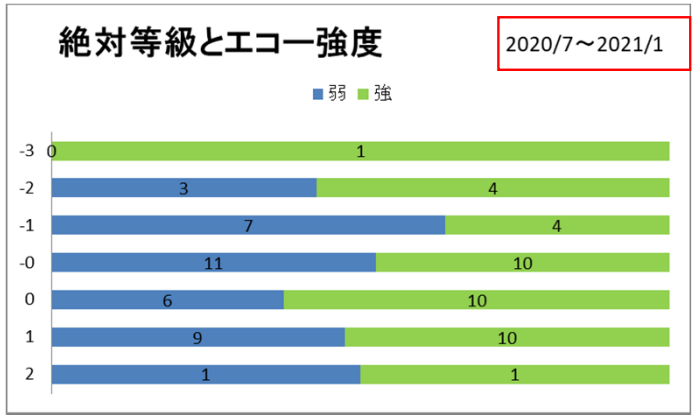
暗い流星の方が数が多い事は容易に想像できます
明るさに寄らず一定の割合で流星がプラズマチューブを作れば電波観測では暗い流星を多く検出している事になります

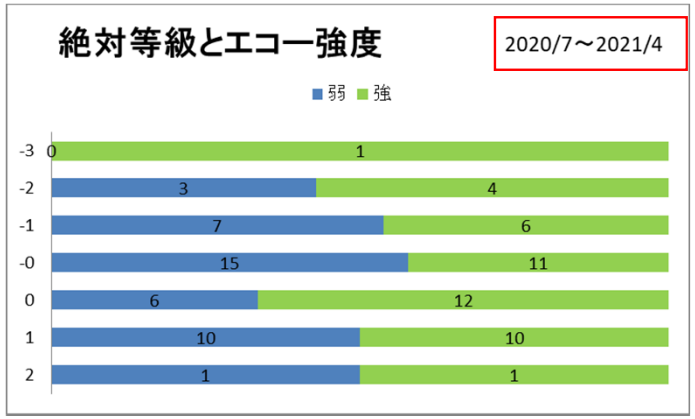
電波でたくさん検出出来ても光学と同時にならない物が多い

なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？

- 電波流星が光学で検出できない理由（その１）



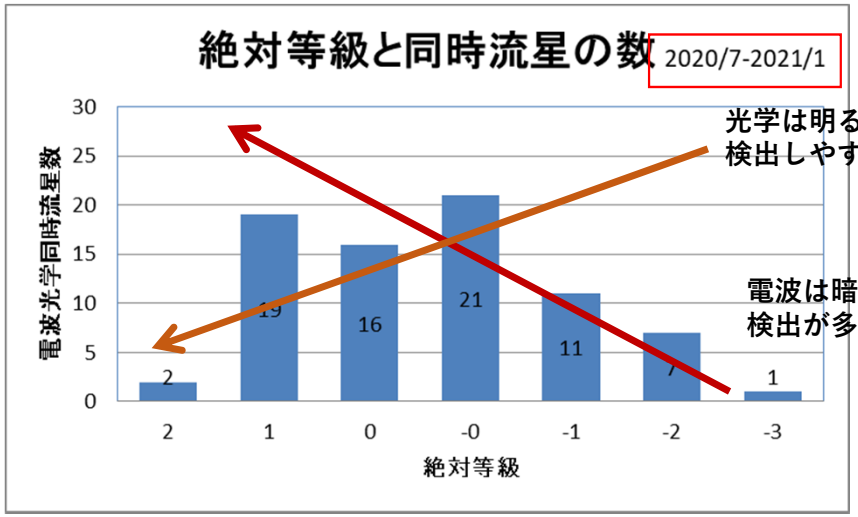


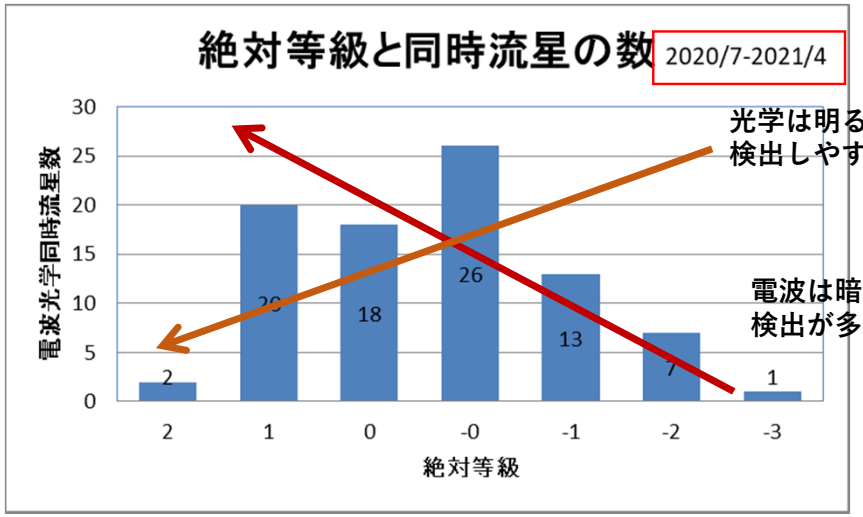


絶対等級毎にエコーの強弱を数えたグラフです
母数が増えても等級と強弱に関連が見当たらず
どの等級も半々にエコーの強弱があります
エコーの強度は等級に関係ないと言えるかも知れません
継続観測して母数を増やしたいと思います
また、より暗い流星のサンプルが得られると良いと思います

なぜ、電波と光学の同時流星は少ないのか？

- 電波流星が光学で検出できない理由（その２）





絶対等級と同時流星数のグラフです
光学流星は暗くなると数が減り、電波エコーは暗い方が数が増えるならば
グラフはその２つの傾向が合成された形になります
- 0 等台にピークがあり、母数が増えたことでその傾向が見えて来たように思えます
そもそも明るい流星は数が減りますのでその傾向も加算されているハズです
こちらも継続観測をして傾向を見極めてみます

以上です

今回は
１．解析の自動化率を上げる事を中心に行いました
２．同時判定に反射領域を加えました

結果
　解析時間が大幅に短縮出来ました

　対地速度と電波強度の関係が見えて来ましたが傾向がハッキリするまで継続観測をしてみます

　電波流星が光学で検出できない様子も見えて来たと思います
　暗い流星をTV観測しないと理由を明確に出来ないですが、現状の方法で、こちらも継続観測してみます

　次回の集計から過去の集計も含めて
　反射領域から飛跡の位置が離れているアンダーデンスエコーの流星を削除するようにします

ここで新たな課題

1. 電波観測(HRO)が見ているもの（MSS online 小関正弘）をまとめると、
    1. 電波と光学が同時流星になりにくい理由
        1. 速度：光学は高速、電波は中速を見ている
        2. 明るさ：ＨＲＯは眼視で見るような明るい流星を見ている
        3. 光学流星は自発光（等方性）、電波は反射エコー（指向性）
        4. 電波エコーは海上の流星を多く観測している、送信所と受信所の距離が短ければ電波エコーは内陸になり光学との同時が増す
2. これから新たな課題が出来ました

追加の課題
速度について：非同時と同時流星の速度分布は未調査ですので、要調査
明るさ：非同時流星と同時流星に明るさの依存も未調査ですので、要調査

    1. 未解析の2,3,5,6月も自動解析して今までの1,4月の解析に加えて小関さんと同じになるか確認します

HROとビデオで見たふたご群(小関正広 藤戸健司)

HROによって捉えられる流星は発信点と受信点を焦点とする回転楕円体面上に出現したものであることが確かめられた。今回の調査でHROにより検出された流星のほとんどは福井－四日市の中間点を中心としてほぼ300km以内のものであった。ふたご群の流星に由来すると思われる「ロングエコー」は見いだされなかった。ほとんどのふたご群の流星はHROの継続時間が数秒以下であり、これはふたご群を形成する流星体の組成に関係するものかもしれない。

HRO とビデオで見たふたご群

MSSonline/2021/Sep.28

日本流星研究会
小関正広
藤戸健司

要約

HRO によって捉えられる流星は発信点と受信点を焦点とする回転楕円体面上に出現したものであることが確かめられた。日本ではふたご群の輻射点は午前２時頃にほぼ天頂を通過する。従って、夜半前には福井－四日市を結ぶ基線から西側に出現したふたご群の流星が、また、夜明け前には基線の東側に出現したふたご群の流星が HRO で観測されている。また、ふたご群の輻射点は北東から天頂を通過して北西に回るため、HRO で捉えられている流星は主として福井－四日市の中間点（伊吹山付近）から南側に出現したものである。

HRO で観測されるふたご群の流星は、輻射点の天頂通過の前後 2 時間は少ないが、これは遠方の流星からの電波反射を捉えるためであり、輻射点の天頂通過時刻から離れるにしたがって基線に近い流星を捉えている。今回の調査では HRO により検出される流星のほとんどは福井－四日市の中間点を中心としてほぼ 300km 以内のものであることが分かった。

調査した日時では、ふたご群の流星に由来すると思われる「ロングエコー」は見いだされなかった。ほとんどのふたご群の流星は HRO の継続時間が数秒以下であり、これはふたご群を形成する流星体の組成に関係するものかもしれない。

１．はじめに

小関は先に HRO の観測は眼視観測に近い特性を持つことを指摘し、HRO の受信条件についても述べた。本稿では、年間を通して HRO とビデオ観測で最も活発な出現が観測される「ふたご群」を例として、HRO とビデオで共通して捉えられる流星がどのようなものであるかを確認する。

ふたご群の輻射点は本州のほぼ天頂を通過し、しかも、福井－四日市がほぼ南北に位置するため、流星の経路と受信条件を探るのに非常に適しており、結果も明快であることが期待される。

本稿では、2018 年 12 月 13~15 日に藤戸により観測された HRO のエコーと SonotaCo ネットにより軌道決定された流星を比較し、HRO で捉えられるエコーがどのような流星によるものであるか検討する。

２．調査方法

(1)HRO の記録画像における流星の出現時刻の読み取り

HROFFT で記録される画像は 629×400 ピクセルの画像で、ほぼ 1 ピクセルが 1 秒に相当する。エコーは一般に数ピクセルの広がりを持って記録されているため、広がりの最初の部分を出現時刻と判定した。時刻の読み取り精度はパソコン自体の精度にもよるが、基本的には±2 秒以内と考えられる。画面からの読み取りには ImageJ を使用した。

(2)対応するビデオ流星の検索

HRO で観測された時間帯における SonotaCo ネットによるビデオ観測を参照し、HRO のエコーと対応する流星を検索する。結果的には、HRO で記録された時間はビデオ観測と 0~+2 秒以内で一致した。

(3)回転楕円体面の計算

ビデオ観測された流星経路の中点を通る基線（次項参照）を軸とする回転楕円体面を求め、回転楕円体の長軸を a、短軸を b で表す。また、流星経路の中点において回転楕円体面に直交する直線と流星経路の内積(inner product=IP)を求める。

(4)SonotaCo ネットにより記録された流星経路の投影図作成

発信点と受信点を結ぶ線（基線）の中央をλ=136.446, ϕ=35.535 とし、基線は南北方向に反時計回りに 13.1 度傾いているが、経度方向を x、緯度方向を y で表すことにし、近似的に地表面を平面として扱った（正射図法）。x-y 面に投影した流星経路、また、流星の高度を H として x-H 面に投影した流星経路図を作成する。

３．ふたご群の輻射点高度による HRO とビデオ観測における流星数の違い

ふたご群の輻射点は観測点付近でほぼ天頂を 2 時頃に通過する。この時間に HRO では「天頂効果」によってエコー数が減少し、一方でビデオ観測では撮影される流星数が極大となる。この輻射点が天頂を通過する時間帯、15 日 02:00~10m における HRO の記録とビデオ観測を最初に比較してみよう。

３．１．ふたご群の輻射点が天頂を通過する時間帯の HRO とビデオ観測

図 1 に KF1812150200 の観測画面を示す。HROFFT での計数は 2 個となっているが、飛行機による思われるものを除いて、次に示す時刻に流星が記録されたものとした（hh は時、mm は分、ss は秒）。

hhmmss=020002, 020255, 020335, 020458, 020824, 020947

これに対して、SonotaCo ネットによって同じ時間帯に記録された流星は 27 個ある

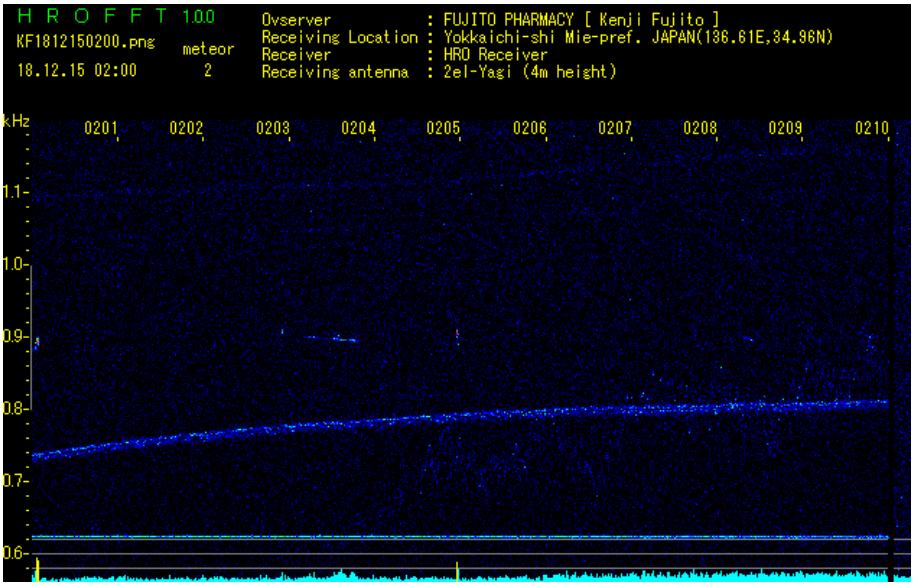


図 1：輻射点が天頂を通過する時間帯の HRO 画像。

hhmmss=020017, 020138, 020203, 020204, 020205, 020208, 020218, 020331, 020335, 020403, 020451, 020452, 020540, 020604, 020609, 020610, 020610, 020658, 020740, 020754, 020813, 020859, 020901, 020922, 020924, 020928, 020933

このうち、ビデオ観測で 020658, 020933（以下、ビデオ観測の時刻には HRO の時刻と区別するために下線を付す）の 2 個を除いては「ふたご群」という判定になっている。輻射点が天頂を通過することによって、ビデオ観測ではこれほど多くのふたご群の流星が捉えられている。しかし、HRO とビデオ観測で同定できるものは 1 つもない。ここで 2 つの疑問が生じる。

A．ビデオ観測されたふたご群の流星が HRO で捉えられないのはなぜか。

B．HRO で捉えられたエコーがビデオ観測されないのはなぜか。

「A」の疑問については、よく知られているように HRO で観測される流星は発信点と受信点を焦点とする回転楕円体面に接して飛来するものであることによる。ふたご群の夜半前後の観測の比較によって、このことが非常に明確に示される。「B」については次章で検討する。

3．2．夜半前のふたご群の観測

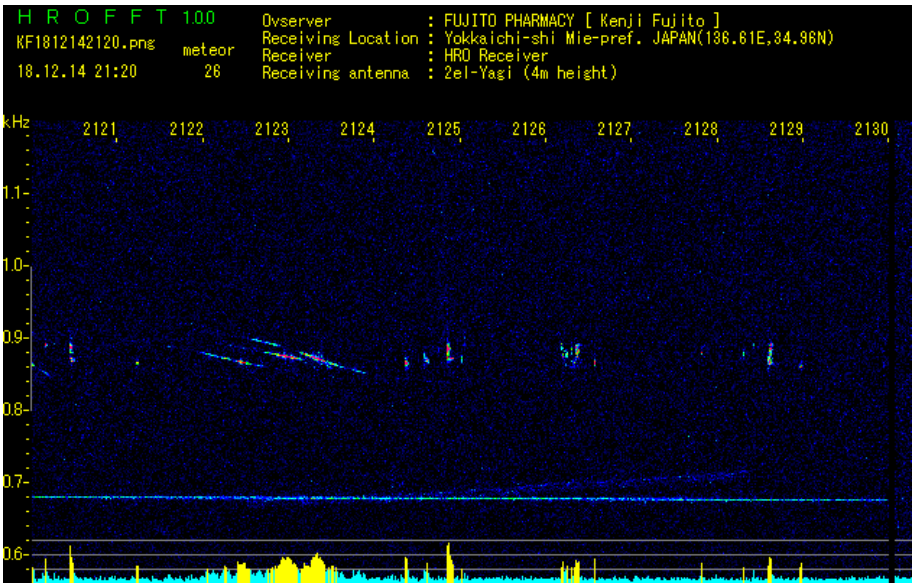


図 2：輻射点が天頂を通過する前（夜半前）の HRO 画像。

14 日 21:20~30m の観測を例にとる（図 2）。HROFFT の計数には明らかに飛行機によると思われるものが含まれているので、独自に次の 16 個を流星と判定した。

hhmmss=212010, 212027, 212113, 212421, 212434, 212450, 212501, 212610, 212618, 212620, 212634, 212748, 212818, 212825, 212835, 212857

SonotaCo ネットで観測された同じ時間帯のふたご群と判定された流星は以下の 9 個である。

hhmmss=212238, 212321, 212322, 212330, 212408, **212434**, **212450**, 212522, **212835**

太文字にした 3 個が HRO の観測と同定される。他の時間帯の観測比較によっても、HRO とビデオ観測で同定される流星の時刻は HRO 側に 0~2 秒の遅れがある範囲内である。この時間帯で 6 個のふたご群流星が HRO で捉えられていないことになるが、これには明確な理由がある。

図３にビデオ流星の経路を平面図と立面図で示す。平面図を見ると *y* 軸より右側、つまり、中部、関東圏を飛行した流星が多い。これは SonotaCo ネットの観測者分布による。立面図を見ると夜半前のふたご群流星は東から飛来し、西下がりとなり、*y* 軸方向（発信点と受信点を結ぶ線上）より西側でエコーを観測できることが理解できる。夜半前に *y* 軸より東側、中部、関東圏を飛行するふたご群流星は福井・四日市という組み合わせでは観測不能であることが明らかである。

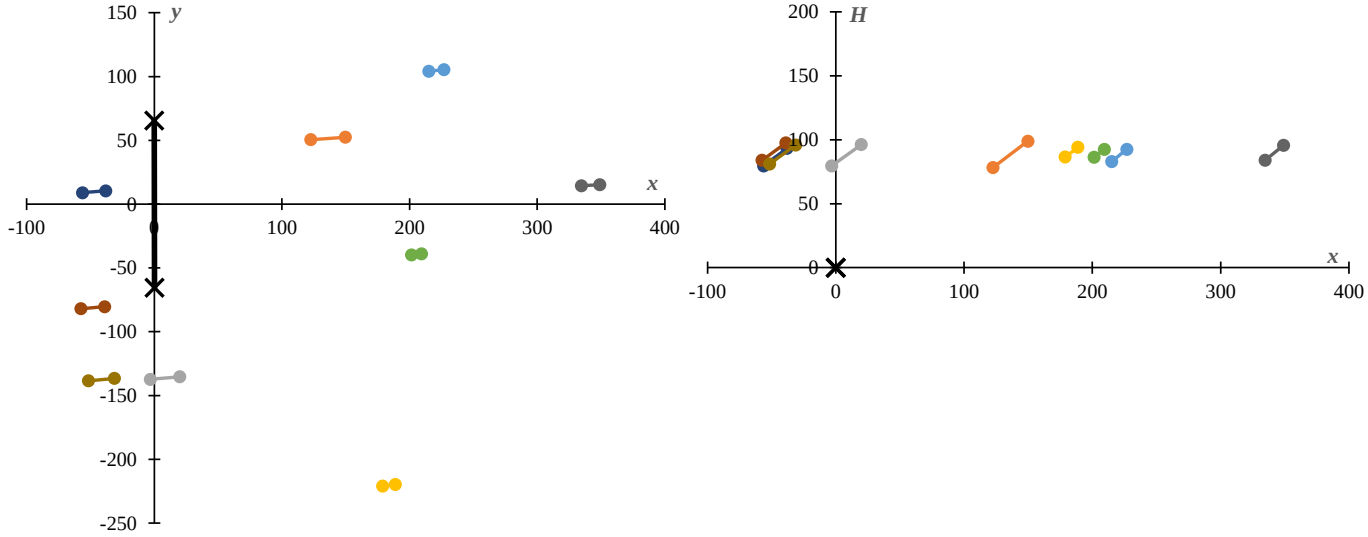


図 ３：夜半前(21:20~30m)のふたご群流星の飛跡。左が地表面への投影図、右が *x-H* 面への投影図。

３．３．夜半後のふたご群の観測

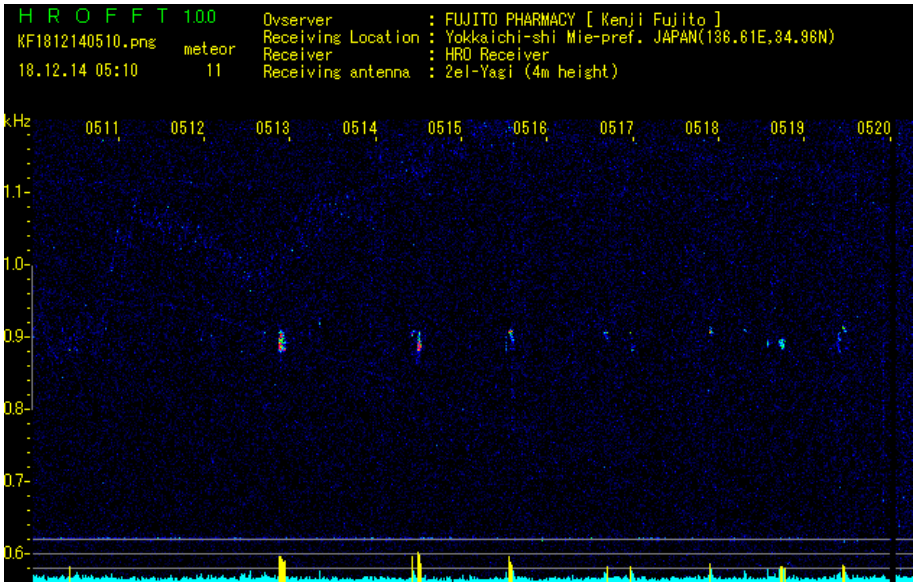


図 ４：輻射点が天頂を通過した後（夜半後）の HRO 画像。

14 日 05:10~20m の観測を例として示す（図４）。以下の 13 個のエコーを流星とした。
hhmmss=051026, 051252, 051321, 051425, 051429, 051533, 051640, 051658, 051753, 051818, 051834, 051842, 051927

この時間帯に得られた SonotaCo ネットの流星は次の 10 個である。
hhmmss=051015, 051015, 051246, **051251**, 051314, **051425**, 051515, 051652, 051810, **051926**

このうち、太文字にした 3 個の流星が HRO のエコーと同定される。

夜半前とは逆に、ふたご群の流星は東下がりとなり、HRO で観測される流星は基線の東側ということになる（図５参照）。しかし、東側であれば、すべて HRO で受信できるかというとそうではない。同定される 3 個の流星は *x-H* 図で *H* 軸の右側 2~4 番目のものである。一番 *H* 軸に近いものは *x-y* 図で一番上側に離れたものであり、*H* 軸からある程度離れたものと同様に HRO では捉えられていない。よく知られているように、HRO で観測されるエコーの多くは発信点と受信点を焦点とする回転楕円体面に接して飛来する流星による。HRO で捉えられる流星とそうでない流星の違いを *x-H* 図を拡大して、回転楕円体面（図中で右下がりの曲線）と流星の飛跡を示したものが図６である。左から順番に SonotaCo ネットの流星で２番目の 051015（*x-y* 図で一番右のもの）、051810（*x-y* 図で一番上のもの）、051926（*x-y* 図で *H* 軸から２番目のもの）である。HRO で捉えられているのが 051926 で、回転楕円体面にぴったり合っていることが分かる。

表１：05:10~20m に撮影されたふたご群の流星。

Time	*amag*	*x*	*y*	*H*	*a*	*b*	*IP*
051015	-1.5	395	-174	87	444	439	-0.570
051015	-2.8	439	-64	84	457	452	-0.484
051246	-0.1	319	-94	90	351	344	-0.466
051251	-1.2	120	12	89	164	150	0.088
051314	0.1	306	-82	88	334	328	-0.376
051425	-0.8	157	81	91	208	197	0.027
051515	-2.6	-96	57	87	154	140	0.975
051652	-0.8	388	-62	90	408	403	-0.501
051810	-0.7	87	224	87	258	249	0.280
051926	-0.1	106	-54	89	161	147	-0.011

ここで、回転楕円体面に直交する線（図中の破線）と流星の飛跡との内積(inner product=*IP*)を求めて、回転楕円体面と飛跡との合致度を示すことにする。表１に図５に表示した流星についての結果を示す。*amag* は SonotaCo ネットで求められた流星の絶対光度、*x*~*H* は流星の飛跡の中点、*a* と *b* は飛跡の中点を通る回転楕円体面の半長径と半短径、*IP* は内積である。HRO と同定される流星を太字にしたが、ともに内積の絶対値が 0.1 以下である。ま

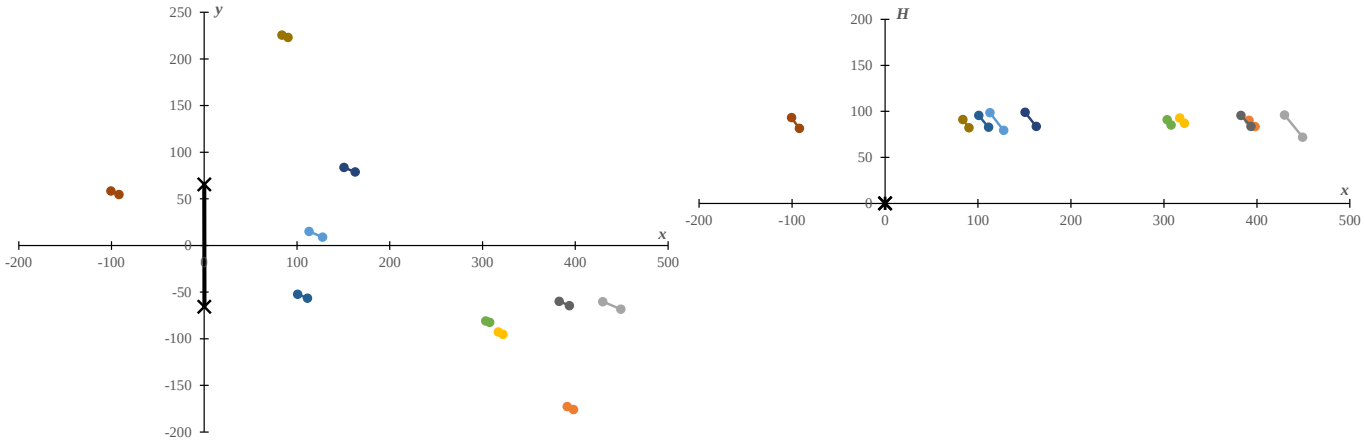


図 ５：夜半後(5:10~20m)のふたご群流星の飛跡。

た、その他の流星は内積の絶対値が 0.2 以上と大きいことが分かる。このように、内積の大小により、流星の飛跡と回転楕円体面のなす角がわかり、SonotaCo ネットで観測された流星が HRO による観測可能性の大小を示すことができる。

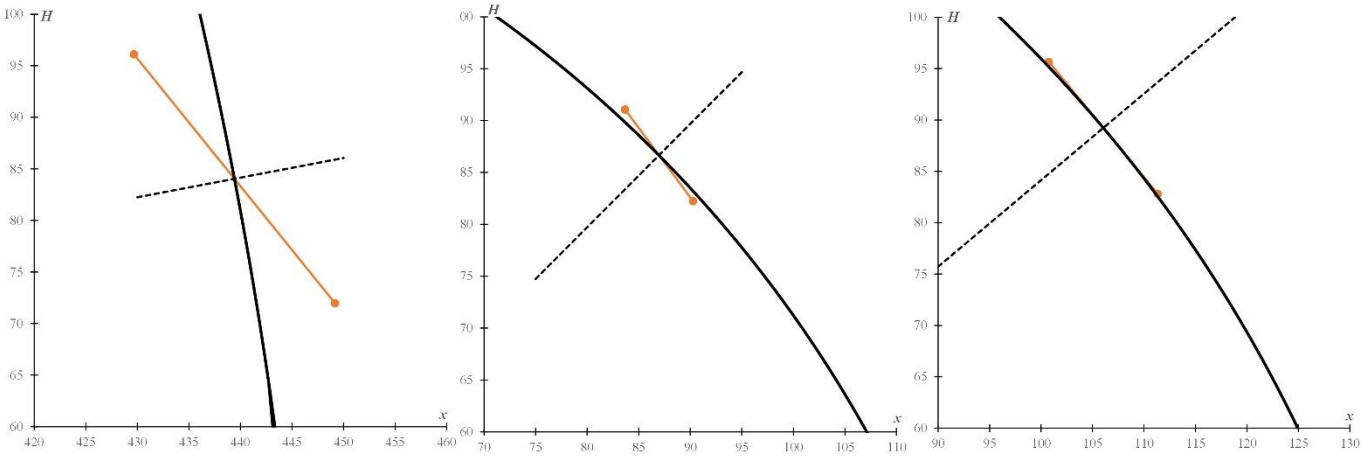


図 ６：*x*-*H* 面に投影した流星の飛跡と飛跡の中点を通る回転楕円体面。

夜半後には基線の東側で東下がりのふたご群の流星が多数ビデオ観測されても、HRO で捉えられるのは内積の値が一定の範囲のものに限定されることが分かる。

４．HRO とビデオ観測におけるふたご群の流星の見え方の違い

４．１．HRO で捉えることのできるふたご群の流星

確認のために、HRO とビデオでともに多くの流星が捉えられている記録画像を用いて追加の検討を行った。使用した画像はすべてで 13 枚(130 分間)で、以下に示すうちで下線を付したものは既に詳しく述べたものである。

KF1812130420.png, KF1812132110.png, KF1812140500.png, KF1812140510.png, KF1812140520.png, KF1812142110.png, KF1812142120.png, KF1812142130.png, KF1812142330.png, KF1812150150.png, KF1812150200.png, KF1812150510.png, KF1812150520.png

この 130 分間でビデオ観測と HRO で同定されたふたご群の流星は全部で 22 個になった。うち 1 個は内積から判断して改めて画像を検討して見出したもので、これについては後で触れることにする。1 時間当たりに換算すると約 10 個となる。ふたご群の極大期とはいえ、かなりの同時流星が得られたことになる。

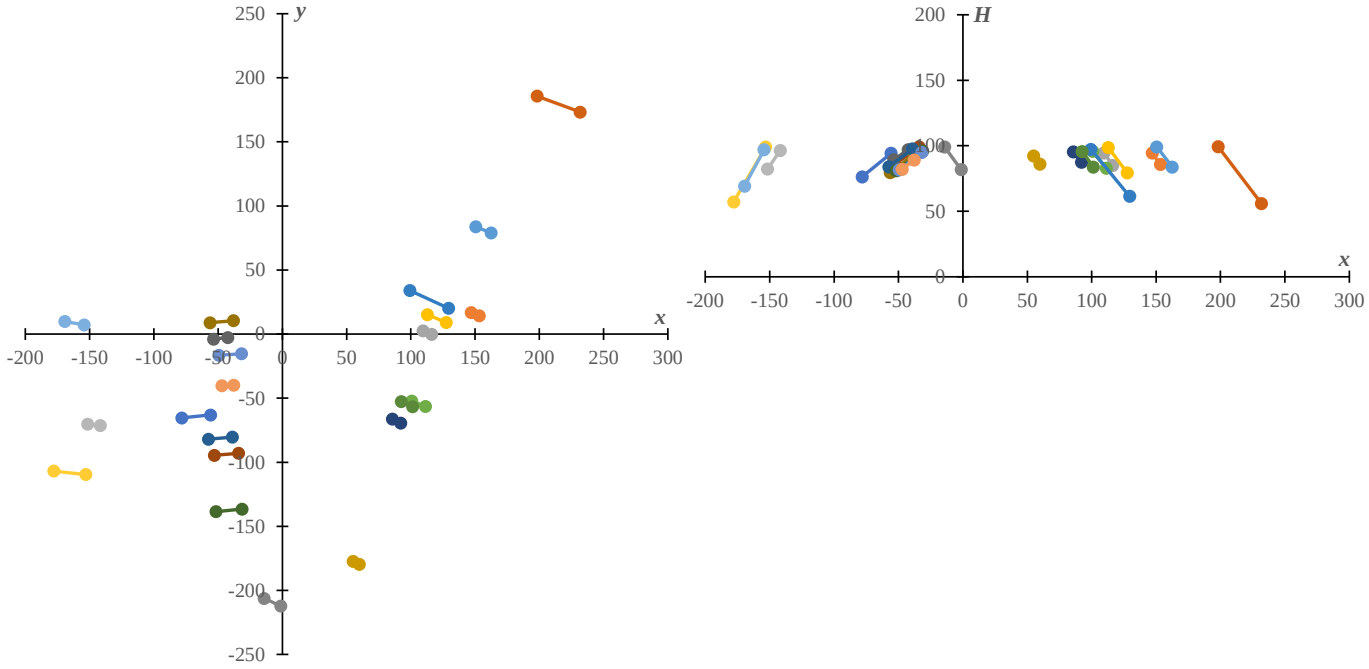


図 7 ：130 分間に HRO とビデオ観測で同時が成立した流星の飛跡。

ふたご群の流星は夜半前は西下がりとなるため、基線の西側に出現したものが HRO で捉えられ、輻射点が上がるにつれて基線から西に離れたものになる。図 7 で西側の基線近くが 21 時台、さらに西側(-150~-200km)に離れたものが 23 時台の観測である。夜半後は逆に東下がりとなるため、基線の東側に出現したものが HRO で捉えられている。HRO とビデオの兼ね合いで多くの流星数が得られる時間帯が 21 時台と 5 時台になるため、同定ができる流星の飛跡から直接、回転楕円体面が想起できる。

さらに、輻射点が天頂を通過する時刻を 2 時として、それからの時間差(ΔT)とビデオ観測で同定された流星について発信点－流星の中点－受信点の経路距離(D)との関係をみると（図 8）、輻射点の天頂通過から時間が離れるほど基線に近い流星が観測されていることが明らかとなる。輻射点の天頂通過の前後 2 時間ほどは HRO では基線から遠い距離の流星を観測することになり、実質的にはふたご群の流星を捉えられないことになる。

この 130 分間にビデオ観測されたふたご群の流星について内積を計算して、絶対光度($amag$)との関係を示したものが図 9 である。図中で●は同時になったもの、×は HRO で検出されなかったものである。この図から、検出されるのは内積の絶対値がほぼ 0.2 以下、つまり回転楕円体面と流星の飛跡のなす角度が 10 度以下

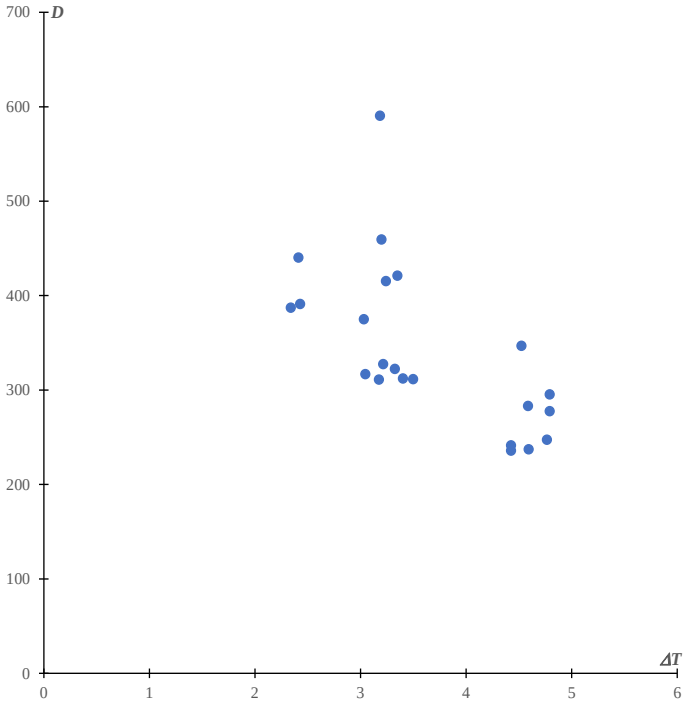


図 8 ：輻射点の天頂通過との時間差(ΔT)と HRO とビデオ観測で同時が成立する流星との経路距離(D)。

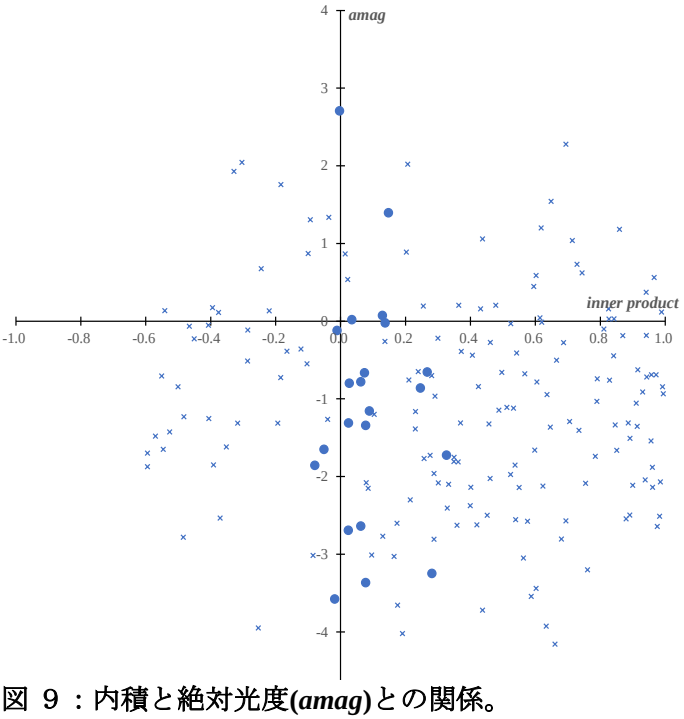


図 9 ：内積と絶対光度($amag$)との関係。

のものであることが分かる。また、絶対光度では 0 等級より暗いもので同時となるのは例外的であることが分かる。これには 0 等級より暗いものでは同時ビデオ観測が成立しにくいことも関係していると思われる。

恐らくは内積が負のものは正のものより観測されにくく、負のものはわずか 4 個で、-0.1 以下のものは HRO で捉えられていない。この原因についての検討は今後の課題である。

ここまで、同時観測が成立したふたご群の流星について扱ってきたが、同時の成立しない場合を含めて、一般的な場合について検討する。KF1812140500.png を例にとり、HRO とビデオ観測の見え方にはどのような違いがあるのか、具体的に見ていくことにする。

４．２．HRO とビデオ観測における見え方の違い

４．２．１．同時判定された流星の HRO 画像

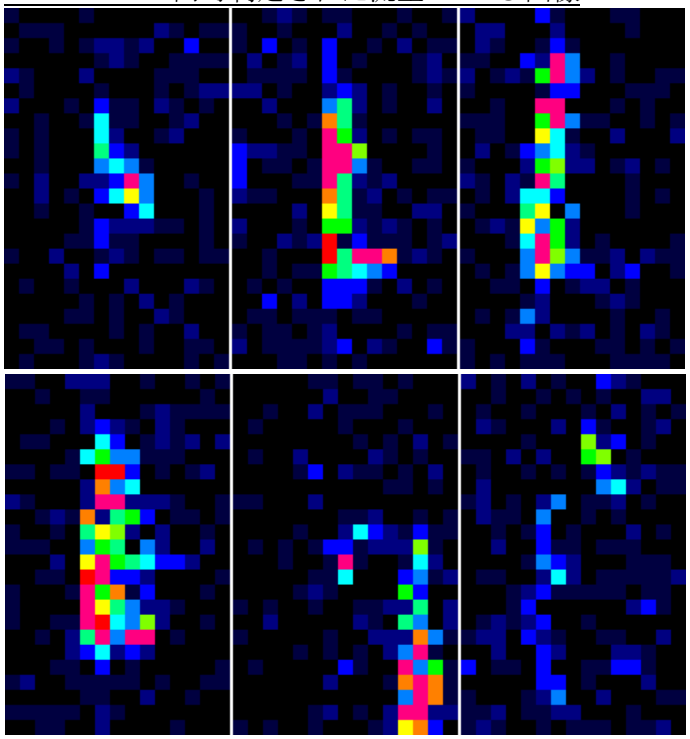


図 １０：３．２と３．３で同時判定された流星の HRO 画像。

まず、前章で取り上げた HRO とビデオ観測で同時観測された流星の HRO 画像により、同時判定される一般的な HRO 画像を確認しておく（図１０）。上段が KF1812140510.png、下段が KF1812142120.png の中で同時判定された流星である。1 ピクセルが 1 秒にあたるため、いずれもエコーが記録されるのは数秒である。明るい流星であっても、エコーの継続時間が短いことは、ふたご群の流星の特徴と言える。

上段の左から絶対光度と内積は(*amag, IP*)=(-1.2, 0.088)、(-0.8, 0.027)、(-0.1, -0.011)である。また、下段の真ん中のエコー像は中央のものが対象で、右下側の像は別の流星と判定している。下段の左から絶対光度と内積は、(*amag, IP*)=(-3.2, 0.281)、(0.0, 0.137)、(-1.3, 0.077)である。当然のことながら、内積が小さく、絶対光度が明るいほど鮮明なエコー像が記録されていることが分かる。

このようにビデオ観測と同時になっている HRO の流星はビデオの絶対光度が 0 等級より明るいものが多く、これより暗い流星がビデオ観測で捉えられる（同時観測されて軌道が得られる）可能性が低いことは容易に想像される。また、HRO で観測される流星が必ずしもビデオで同時観測されるとは限らず、また HRO がノイズを拾っている可能性もある。

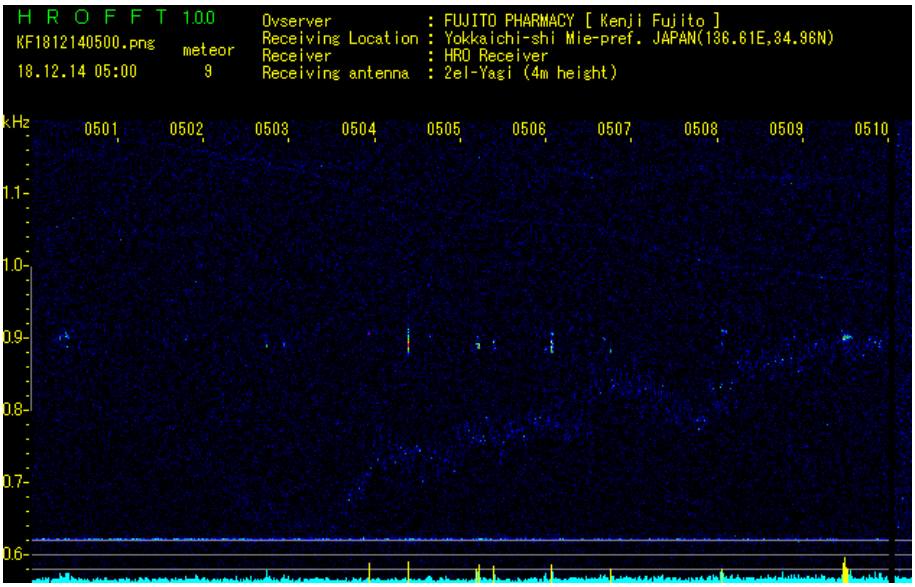


図 １１：図４の 10 分前(05:00~10)の HRO 画像。

４．２．２．一般的な HRO におけるエコー

例を図４の 10 分前(05:00~10m)にとり、KF1812140500.png から以下の 10 個を流星と判定した。以下で述べるように、このエコーはほとんどがふたご群によるものと推定される。このうち、ビデオ観測と同定されたものは太字で表した 1 個のみである。この他にビデオ観測されたもののうち、内積が小さいものに該当するエコーとして 050148 が見いだされた。

hhmmss=050024, **050244**, 050356, 050423, 050511, 050523, 050603, 050645, 050802, 050928

この時間帯にビデオ観測された流星は表２の通りである。

表２：05:00~10m にビデオ観測された流星。

Time	*amag*	*x*	*y*	*H*	*a*	*b*	*IP*	*D*	*Vg*	class
050015	-0.8	64	-71	87	141	125	0.210	283	33.5	Gem
050051	1.8	168	-110	94	229	220	-0.184	459	32.0	Gem
050107	0.6	95	2	104	155	141	0.901	311	51.7	spo
050114	0.2	74	27	87	134	117	0.431	268	32.7	Gem
050149	2.7	150	15	90	188	176	-0.003	375	32.4	Gem
050152	-2.1	-71	-137	87	182	170	0.401	365	33.8	Gem
050207	-2.6	-69	252	76	273	265	0.539	546	32.7	Gem
050242	1.4	113	1	90	158	144	0.148	317	32.1	Gem
050302	0.7	306	-38	97	330	323	-0.244	659	36.2	Gem
050506	-0.7	60	-64	88	137	120	0.239	274	33.2	Gem
050534	-0.2	451	-35	87	466	461	-0.451	931	32.2	Gem
050617	-1.3	333	-150	104	384	379	0.058	768	59.9	spo
050718	-1.3	-69	-32	83	129	111	0.846	259	33.8	Gem
050946	0.9	126	-36	95	174	161	0.014	348	34.9	Gem

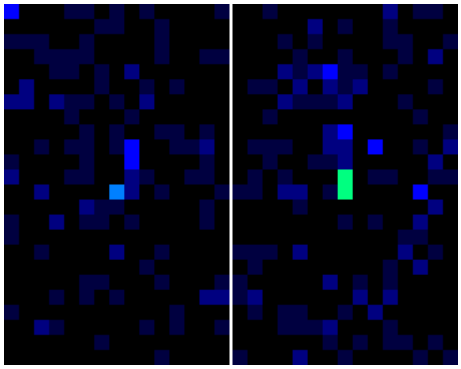


図 １２(1)：同定された流星。

先に見たように内積が-0.1 以下及び 0.2 以上のものが HRO で観測されにくいことが分かっているので、HRO とビデオ観測された流星を次のように整理する。

(1)両者で共通して観測されるもの

(2)HRO のみで観測されるもの

(3)ビデオでのみ観測されるもの

(1)同定されたものの HRO 画像

まず、比較のために、同定された 2 個の画像を見てみよう。表２に示すように 050148 は絶対光度が 2.7 で、ビデオ観測、HRO での検出限界に近いものと考えられ、また、050244 は内積が 0.148 と HRO との同定がなされるものの中では大きめである。

図１２(1)の左側が 050148、右側が 050244 である。偶然一致したノイズとも見える。実際に図１１の中央左下から中央右端にかけてノイズが連続している。ノイズ中の輝点よりも 050148 は目立たないほどである。050244 もエコーの継続時間としては短く、1 ピクセルの幅しかない。ただ、こちらは縦方向に 2 ピクセルの広がりがあり、流星のエコーらしさも多少は感じさせる。

(2)ビデオ観測がない HRO 画像

これを次のように細分する。

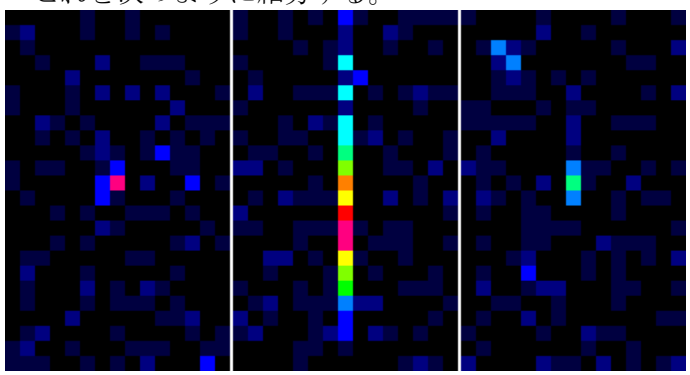


図 １２(2a)：継続時間１秒のもの。

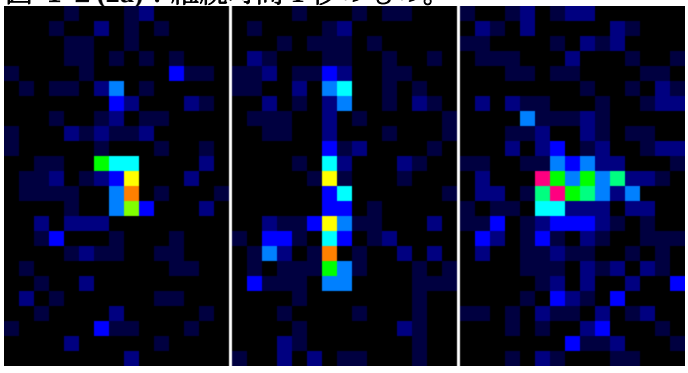


図 １２(2b)：流星エコーであると思われるもの。

(2a)同定されたものよりは受信強度が強いが、同様に幅が１ピクセルしかないもの

図１２(2a)の左から順に 050356, 050423, 050645 である。050356 はエコーの強度的にみて流星エコーである可能性が高い。また、050423 は上下に伸びて、ノイズではなく明らかに流星エコーであろう。一番右側の 050645 はビデオ観測と一致する可能性のあるエコーによく似ている。この時間帯に出現する散在流星はふたご群の流星よりも数が少なく（表２）、これらはふたご群の流星と考えてよいであろう。散在流星はふたご群の流星よりも速度が大きいものが多く、このような継続時間の短いエコーは考えにくい。先に見てきたふたご群の流星エコーと比べて継続時間が短いことから、ビデオ観測の限界を下回る光度の流星が回転楕円体面に接する（内積が小さい）ように飛行したと推定される。

(2b)明確に流星エコーと考えられるのにビデオ観測で捉えられていないもの

図１２(2b)の左から 050511, 050603, 050928 である。これらは継続時間とエコーの強度から考えて、ビデオ観測が可能な光度の流星であったと考えられる。恐らくは、これらもふたご群の流星であろう。ビデ

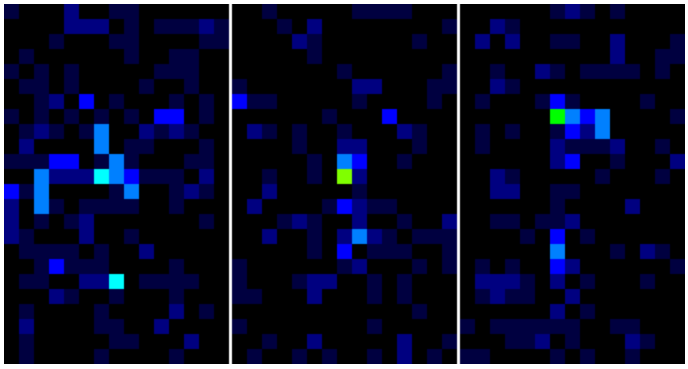


図 １２(2c)：(2b)に似ているが、弱いもの。

オ観測の網から離れた場所に出現した可能性もある。この時間帯に HRO で観測されるふたご群の流星は回転楕円体面の東南側に出現したものであり、SonotaCo ネットの観測者分布からは必ずしも同時が成立するとは限らない地域にあたる。また、エコー強度は必ずしもビデオ観測の光度に比例せず、継続時間も光度と直接の関係があるわけではないので、少なくとも観測者の一方で観測限界を下回る明るさであったのかもしれない。

(2c)(2b)のものより弱いが、左右上下に広がりのある、一般的な流星エコーをぼかしたようなもの

図１２(2c)の左から順番に 050024, 050523, 050802 である。恐らくはこれらもふたご群の流星であろう。(2a)と異なり、回転楕円体面にやや角度を持って飛来し、(2b)よりさらに南側に出現したとも、光度がビデオ観測の下限を下回ったとも考えられる。

無論、これらがノイズである可能性も否定はできない。いずれであるか結論するには、ふたご群の流星が HRO とビデオ観測で多数捉えられる時間帯(21 時～23 時、4 時～5 時)の観測について同時となっていない記録も含めて検討する必要があろう。望ましいのは、この時間帯にふたご群の流星が HRO で捉えられる基線の南側でビデオ観測を強化することである。

(3)ビデオ観測があるのに HRO で捉えられない流星

既にみてきたように内積が大きく、基線から遠く離れたものが HRO で捉えられないことは当然であるが、KF1812140500.png の時間帯（図１１）で内積の絶対値が 0.1 以下であるのに HRO で捉えられていないビデオ観測がある。050617 と 050946 である。このうち 050946 はふたご群の流星であり、HRO で観測されて当然の経路距離(D)に出現している。この原因については謎であるが、経路距離(D)がそれほど小さくなく、絶対等級があまり明るくないので、HRO での検出限界に近いのかもしれない。

050617 は散在流星でふたご群の流星よりは高速である。また、経路距離(D)がかなり大きい。基線から離れると流星の飛跡の中点を通る回転楕円体面はほぼ球面に近づき、内積が 0.1 以下になるかなり流星が増える。恐らくは内積が小さいだけではなく、遠方に出現した流星については他の条件が必要になると思われる。

５．検討

既にみてきたように、HRO で捉えられる流星は回転楕円体面に接する、ある程度の明るさのものである。しかし、内積の絶対値が 0.2 以下で絶対等級も 0 等級より明るいのに HRO で検出されない、逆に内積の絶対値が 0.2 以上でも HRO と同定されるものが存在している。内積と明るさ以外にどのような条件が同時観測の成立に必要なのか検討する。

また、ふたご群の流星エコーの継続時間は数秒以下であることが一般的であるとみられるが、ふたご群の特性と言えるのか、ロングエコーやふたご群以外の流星との比較を行うこととする。

５．０．HRO でのみ捉えられる流星

この問題については KF1812140500.png を例としてかなり詳しく触れているので、ここでは問題を整理するだけにとどめる。いずれにせよ、仮説の域をでないので、これからの研究課題である。

(1)回転楕円体面に沿う経路で出現した、同時ビデオ観測が成立する限界より暗い流星。
(2)同時ビデオ観測網に漏れた流星。
(3)継続時間が 1 秒のものは、ノイズである可能性も捨てきれない。

５．１．内積が小さく明るいのに HRO で捉えられていない流星

この問題をより広く考えるために、「４．１．HRO で捉えられるふたご群の流星」で取り上げたのと同じ記録画像を用いる。ここでは先に取り上げたのとは逆に、ビデオ観測でのみ捉えられている流星のうち、絶対等級がマイナスで内積が$-0.1<IP<0.2$の範囲のものについて検討する（表３）。

まず特徴的な点は、輻射点が天頂付近にある 2 時前後の流星が 12 個中 7 個と多いことである。これらは、輻射点が天頂付近あるため、大気にほぼ鉛直に突入し、飛行経路が短くなっている（図１３右：*x-H* 図）。飛行経路の短いことが受信する強度に直接関係はしないまでも、影響を与えることは推測される。

また、流星との距離の問題がある。内積が小さくなるものを選んでいるので基線から離れたものになり、発信点－流星の中点－受信点の経路距離を *D* として表すと、$D>500$ のふたご群流星は 1 個しかない（図１６参照）。表 3 の中で $D<400$ のものは 2 個しかなく、次項で触れるように *IP* と *D* の間には相関が存在する可能性があり、その場合には表 3 の中で、HRO で捉えられても不思議はないというものは、表の最終行の 051037 だけになる。しかし、これについては HRO で 051036 という観測がある。ビデオ観測に先行するので同時観測と判定したリストからは外しているが、これの HRO 画像（図１４）の判定によっては、同時が成り立つことになる。これの同時を認めれば、HRO の観測がない理由は経路距離 *D* の問題ということになる。

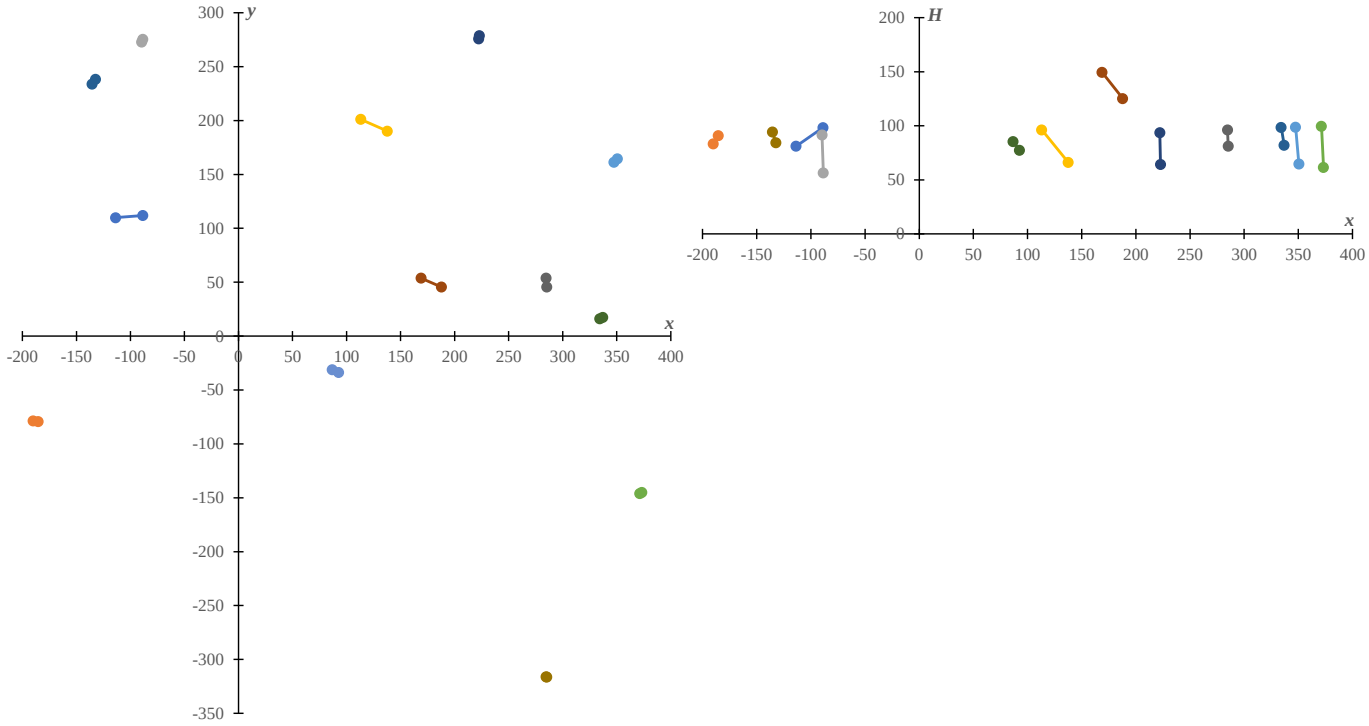


図 １３：明るく、内積が小さい流星の飛行経路。

表３：明るく内積も小さいのに HRO の観測がない流星。

Time	*amag*	*x*	*y*	*H*	*a*	*b*	*IP*	*D*
211942	-3.0	-101	111	90	183	170	-0.085	365
233337	-1.3	-188	-79	87	230	220	-0.040	460
020740	-4.0	-89	274	74	299	291	0.191	597
052804	-3.7	125	196	81	250	241	0.175	499
020604	-3.0	349	163	82	398	393	0.096	796
015322	-3.0	372	-145	81	412	407	0.165	825
015158	-2.8	222	277	79	367	361	0.130	733
051930	-2.2	178	50	137	239	230	0.085	478
015652	-2.6	285	-316	89	437	432	0.174	874
020933	-2.1	-134	236	89	288	281	0.079	576
020922	-1.2	336	17	90	354	348	0.103	708
051037	-0.3	90	-32	81	141	124	0.136	281

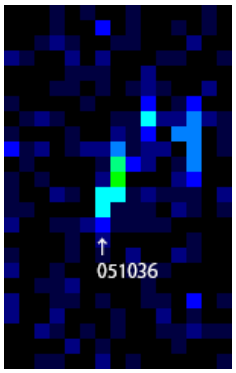
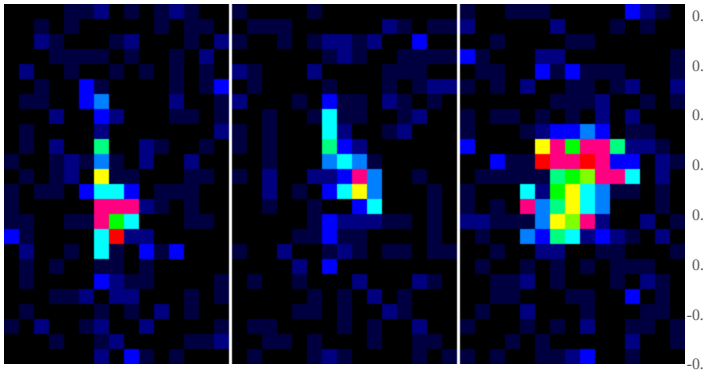


図 １４：HRO が先行したエコー。

５．２．*IP*>0.2 でも HRO でエコーが観測されている流星

内積が小さくても同時が成立しない場合とは逆に、内積が大きくても同時が成立する場合がある（表４）。調査した 130 分間で *IP*>0.2 でビデオ観測との同定が可能であった流星は 4 個あった。これらの HRO 像を図１５に示す。左から順番に 211406、212434、213430 でいずれも 14 日の観測である。213430 は 213429 に同時に 2 個のふたご群流星が観測されており（仮に a と b として区別する）、両者が重なったものと思われる。

絶対等級がマイナスで内積が-0.1<*IP*<0.2 の範囲のものの場合とは逆にこれら 4 個はいずれも距離が近く *D*<300 のものばかりである。213429a と b について発光点から消滅点までの経路を 5 分割して、それぞれの位置における *a*、*b* 及び *IP* と *D* を計算したものを示す（表５）。いままでは *IP* を流星経路の中点に固定していたが、経路の途中で *IP* を計算すると当然のことながら異なる値になる。流星の経路が基線に近い場合に



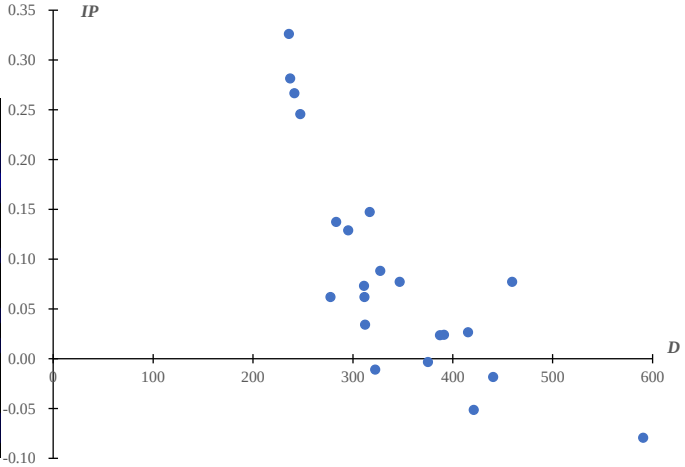


図 １５：*IP*>0.2 でビデオ観測と同時が成立する流星。図 １６：同時観測された流星の *IP* と経路距離 *D*。

は流星により生じたプラズマが広がり、移動することによって HRO とビデオ観測の同定条件を満たすようになると推測される。

IP と経路距離(*D*)には相関があり（図１６）、経路距離(*D*)が小さくなると、*IP* は必ずしも 0.1 以下でなくても、むしろ、*IP* が大きいものでも HRO で観測され得ることが示唆される。図１７に 213429a の経路と回転楕円体面及びそれに直交する線を示す。このように回転楕円体面に突入する流星の場合であっても、経路距離(*D*)が小さい、すなわち、輻射点の天頂通過から離れた時間帯には HRO で観測され得ると考えられる。

表４：内積が大きくても同時が成立する流星。

Time	*amag*	*x*	*y*	*H*	*a*	*b*	*IP*	*D*
211405	-0.9	-48	-3	93	124	105	0.246	247
212434	-3.2	-47	10	86	119	99	0.281	237
213429a	-1.7	-41	-16	88	118	98	0.326	236
213429b	-0.7	-42	-40	86	121	101	0.267	241

表５：回転楕円体との接面を変えた場合における IP の変化。

Time	*amag*	*x*	*y*	*H*	*a*	*b*	*IP*	*D*
213429a	-1.7	-49	-17	82	116	96	0.246	233
		-46	-16	84	117	97	0.279	234
		-42	-16	87	118	98	0.311	235
		-39	-16	90	118	99	0.341	237
		-35	-16	92	119	100	0.370	239
		-32	-15	95	120	101	0.397	241
213429b	-0.7	-47	-40	82	120	100	0.224	240
		-45	-40	83	120	101	0.242	240
		-43	-40	85	120	101	0.258	241
		-42	-40	86	121	101	0.275	242
		-40	-40	88	121	102	0.291	242
		-38	-40	89	122	102	0.307	243

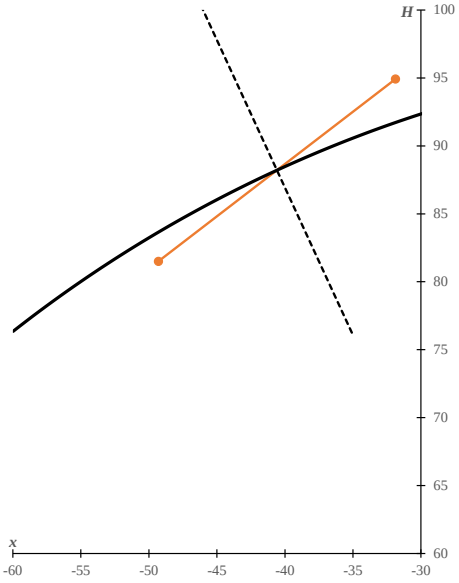


図 １７：213429a の飛跡と飛跡の中点を通る回転楕円体面。

５．３．ロングエコーの問題

本稿の調査期間内では図に示すように 00417 から 040534 にわたり継続する 1 分 18 秒のロングエコーが記録されている。HRO では個々のエコーについて群判定はできないので、このエコーがふたご群のものと考えられてもやむを得ない。しかし、この時間帯にビデオ観測では以下の 4 個の流星が得られている。040238 に記録された HRO のスポットはビデオの記録にはない。

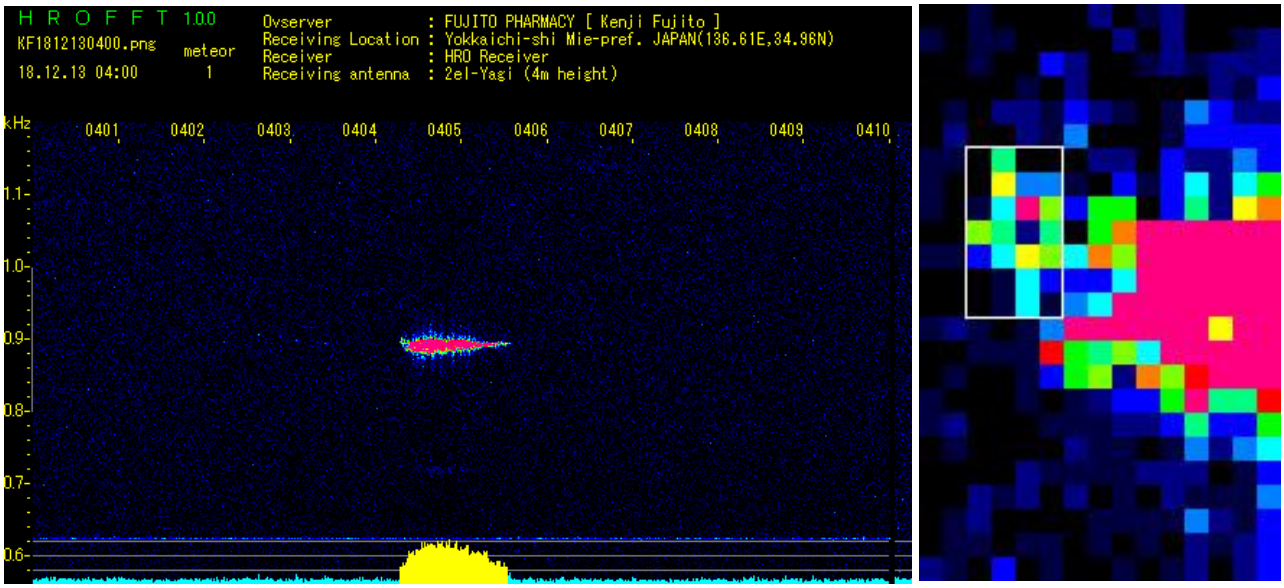


図 １８：2018 年 12 月 13~15 日の間に記録されたロングエコー。右側は先頭部分の拡大図。

拡大図に示す白線部分が 040417 のふたご群によるエコーと考えられる。先に述べたように、ふたご群のエコーが観測されるのはビデオの出現時刻から 1~2 秒以内で、継続時間は数秒以内だからである。残りの部分、すなわちロングエコーの大半の正体は 040411 に出現した 2 個の流星（あるいはその一方）によると考えるのが妥当であろう。内積は極めて大きく 040411 の 2 個の流星はいずれも飛跡の中点を通る回転楕円体面に 60 度程度の角度で突入している。ふたご群の流星が HRO で観測される場合のように、この散在流星がビデオ観測と HRO の観測に時間差がほぼない状態で記録されるとは考えられない。図の白線を除いた部分は白線部より 3 ピクセル遅れており、040420 からエコーが記録されたと読み取ることができる。絶対光度が相当に明るく、地心速度も大きいことからかなり多量のプラズマが生じたと考えられ、それが拡散して電波を反射するようになるまで 9 秒ほどを要したと考えることが妥当であろう。

表６：KF1812130400.png の時間帯(04:00~10m)に観測されたビデオ流星。

Time	*amag*	*x*	*y*	*H*	*a*	*b*	*IP*	*D*	*Vg*	class
040411	-8.2	-28	-55	109	139	122	0.878	278	70.5	spo
040411	-7.6	-23	-62	123	152	137	0.890	304	56.6	spo
040412	0.8	109	-26	92	159	144	0.298	317	33.1	GEM
040417	-0.5	211	72	89	248	239	0.019	496	36.3	GEM

５．４．散在流星及びその他の流星群

今まで検討した事柄がふたご群の場合にだけ成立するのではないことを検証するために、ふたご群以外の流星を取り上げる。今回調査した 130 分間に、ビデオ観測では 5 個の *IP*<0.1 となるふたご群以外の流星が記録されている。

表７：調査期間中にビデオ観測された IP<0.1 となるふたご群以外の流星。

Time	*_amag*	*x*	*y*	*H*	*a*	*b*	*IP*	*D*	*Vg*	class
042339	-0.6	211	-21	96	241	232	-0.008	483	58.5	HYD
050617	-1.3	333	-150	104	384	379	0.058	768	59.9	spo
015909	-2.5	-46	201	83	224	214	0.015	449	39.6	spo
020933	-2.1	-134	236	89	288	281	0.079	576	41.3	MON
052659	-2.3	303	223	77	388	382	0.026	776	41.3	spo

これらのうちで HRO と同定できたのは 015909 の散在流星のみであった。この原因は経路距離(*D*)と明るさ(*amag*)との兼ね合いで説明できると思われる。HRO において経路距離(*D*)は、ふたご群だけでなく、一般的に作用する重要な因子だと考えられる。

なお、前項で取り上げたロングエコーが高速の流星によるものであったが、表 7 で比較的速度の大きい上の 2 個の流星はエコーが捉えられていない。高速の流星であることが HRO に対して有利に働くかについては今後の検討課題となる。

５．５．アンテナの指向性

図 １９：使用したアンテナ。

ここまで HRO のアンテナとして使用される２素子の八木アンテナの指向性を問題にしてこなかったが、経路距離 *D*>500 の流星は *IP*<0.1 であっても捉えられていないことには大きな影響があると考えられる。基本的にはこのアンテナの感度は８の字型で、一般的にはアンテナが向けられた方が後ろ側よりも感度が高く、側面方向では最低になる。藤戸が用いているアンテナは図１９のように天頂に向けられており、水平方向の感度は天頂方向に比べてかなり低くなっている。

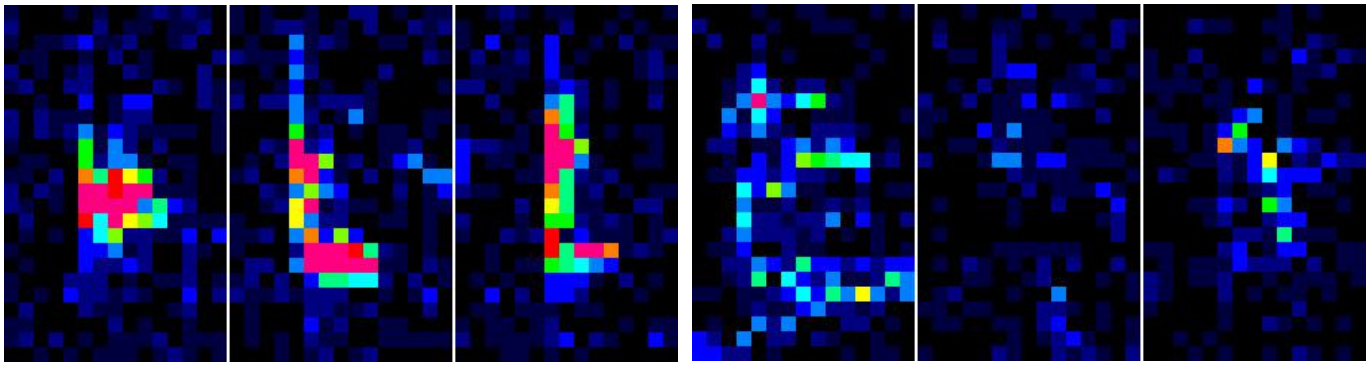
四日市では発信点からの距離が比較的短く、直接波の影響を避けるためにアンテナを天頂に向けることになる。*D*<500 が一般的な同時観測の必要要件かという問題については、発信点からの距離があり、アンテナを水平方向に向けている地点での同様な調査が必要であろう。

６．まとめ

福井－四日市を基線とする HRO 観測において、基線を軸とする回転楕円体面に沿って飛行する流星が捉えられていることが確認された。大きな流星体が飛行した場合には、出現から HRO での検出まで数秒以上の遅れがあるが、通常の流星であれば、ビデオ観測との時間差は 0~2 秒である。また、ふたご群という輻射点がほぼ天頂を通過する流星群の特性から、輻射点の天頂通過時において回転楕円体面が基線より遠ざかり、経路距離(*D*)が 500km 以上の流星は HRO で実質的に捉えられていないことも示された。これにはアンテナの指向性の問題も関係していると考えられるが、HRO で捉えられるエコーの出現位置を考える上での手掛かりになると思われる。

おまけ：基線に近い流星のエコーと遠い流星のエコー

右側の方が左側のものより明るいのに、基線から遠いと HRO でこのように観測される。



2020年10月から2021年7月の電波光学同時流星観測報告(永井和男)

　以前に報告した期間も含んでいますが、同時判定を出現時刻と反射領域によって行うようにしましたので、さかのぼって再調査しました。その結果、光学流星で軌道が求まった流星は3900個でした。この中で電波と同時流星は72個でした。1.8%と低い値ですが今までの調査と同等でした。

2020年10月から2021年7月の電波光学同時流星観測報告

平塚市博物館 天体観察会 流星分科会　永井和男

TV観測：平塚市博物館天体観察会流星分科会
電波観測：神作哲夫(東京都東村山市)

アブストラクト

- 2020年10月から2021年7月までの10カ月間の電波光学同時流星を調査しました。
- 電波光学同時流星は過去に3回の報告をしています。
  - 2020年10,11,12月、2021年1月、2021年4月
- 4月の解析の際にHRO FFTのPNG画像を自動解析するプログラムを作成しました。今回はこれを用いて未解析だった期間の解析を行いました。
  - 2021年2,3,5,6,7月
- 光学観測は平塚市博物館天体観察会流星分科会の観測を使用しました。
  - 10名（秋山, 石井, 岡澤, 小林, 清水, 鈴木, 戸村, 永井, 萩原, 横関）
- 電波観測は東京都東村山市の神作哲夫氏のIZUアンテナとFKアンテナの観測を使用しました。
  - IZUアンテナは福井県立大学アマチュア流星電波観測研究会が送信する電波を受信しています。
  - FKアンテナは福島JE7YNQ50Mビーコンを受信しています。
  - どちらも50M帯で、アンテナは相模湾方向に向いています。
- 光学流星で軌道が求まった流星は3900個でした。この中で電波と同時流星は72個で、全てIZUアンテナのものでした。同時判定は時刻と反射領域による評価で決定しています。
- 「HROが見ている物」小関正広 MSS online 2021.06.20 で示している物について今回の観測と比較しました。
  - 「光学は高速、電波は中速を見ている」この傾向が確認出来ました。
  - 「ＨＲＯは眼視で見るような明るい流星を見ている」こちらは、その傾向はありませんでした。

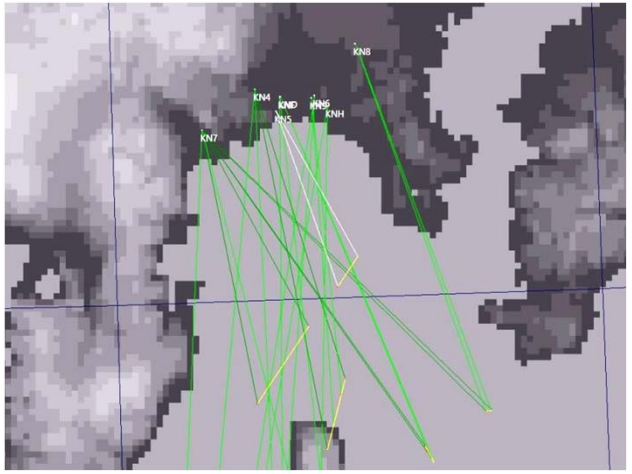
観測場所

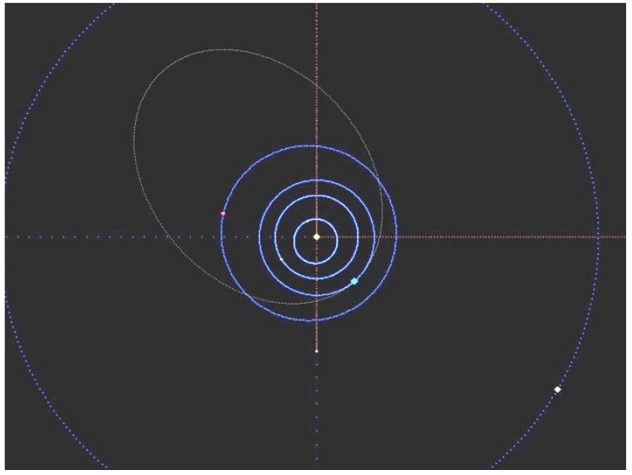
HRO電波送信所
福井県立大学アマチュア流星電波観測研究会

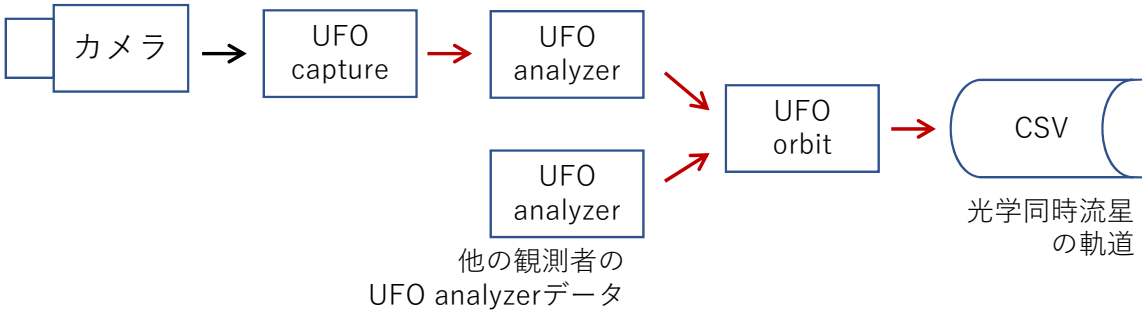
- 各拠点の地図上の位置
- 福井・福島は送信所、東村山は受信局
- 光学観測は平塚を中心に相模湾沿岸の10名で南に向けたカメラで観測しています

光学観測の手順

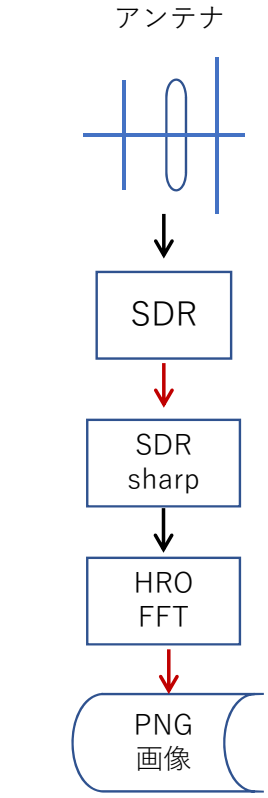
- 平塚市博物館天体観察会の流星分科会メンバー10名が自宅に2台のTVカメラを設置しています。西は小田原、東は横浜です。
- カメラは大島上空100kmと御蔵島上空100kmに向けています。
- 各自はUFOCaptureV2でcaptureしたものをUFOAnalyzerV2で解析して、結果を分科会のMLに投稿します。
- これを月毎に集めてUFOOrbitV2で光学の同時流星を探して軌道を求めています。





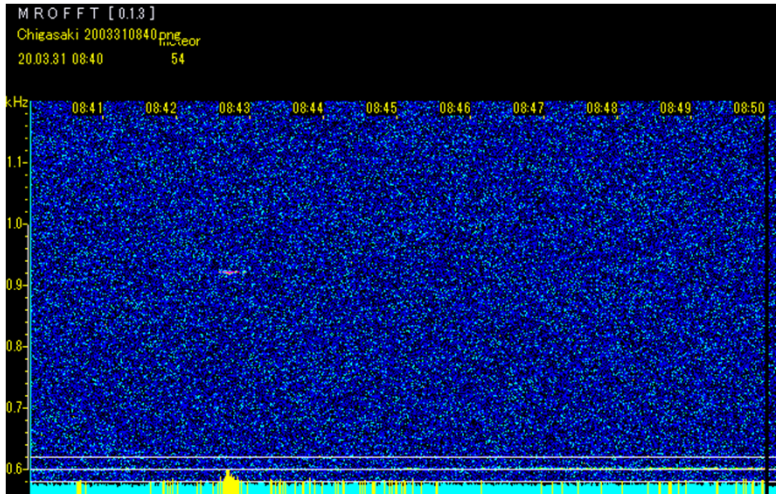


電波観測の手順



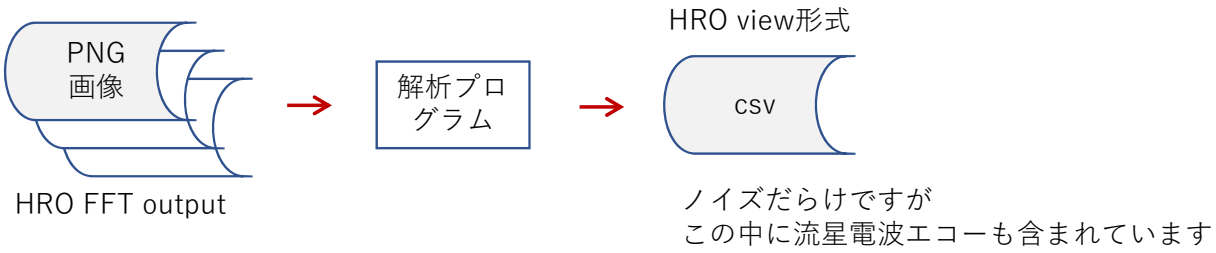
数値化されていない

- 流星電波エコーの観測にはアンテナと受信機が必要です。SDRを用いることでPCが受信機になります。
- 受信機のAudio出力をHRO FFTで周波数分析する事で流星の電波エコーを可視化出来ます。これは10分毎にPNGファイルを生成して行きます。
- PNG画像を見ると流星以外の信号も区別なく記録されている事がわかります。
- PNG画像から流星を判定して出現時刻・エコーの長さ・強度を取得するには目視で検査する必要があります。
- これにはHRO viewを使っています。



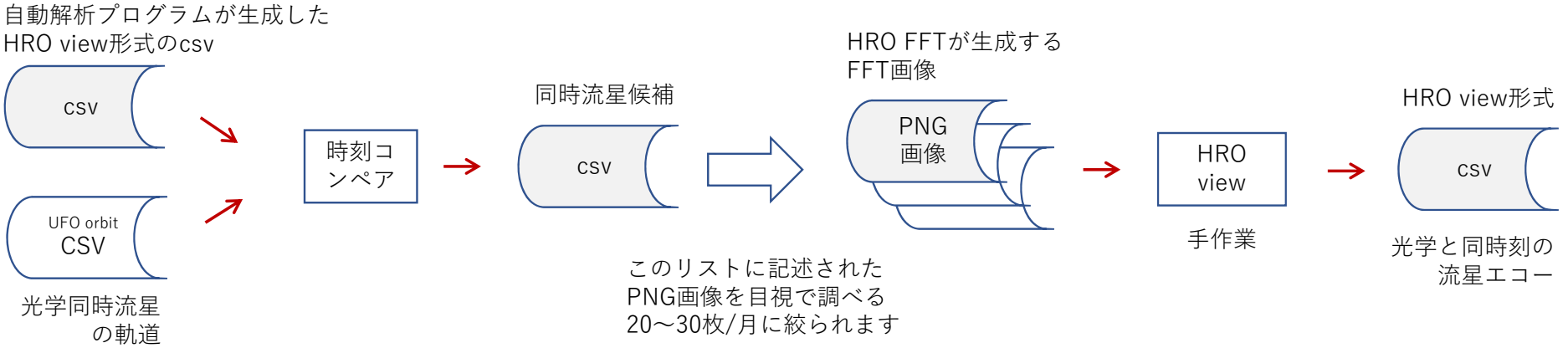
流星電波エコー候補の自動抽出

- １か月分のPNG画像から流星を抽出するには大きな労力が必要です。
- これは、この研究を継続させる事を難しくしています。
- そこで、自動解析プログラムを作成して解析時間の短縮を行いました。
- プログラムはPNG画像を数値化して特定のしきい値を超える信号を抽出します。抽出は信号レベルだけで判定していますので流星以外のノイズが多数含まれてしまいます。ひと月に２万件程度あります。
- 出力の書式はHRO viewが出力するcsvファイルと同じですので（ノイズだらけですが）HRO reportでリスト化することも可能です。



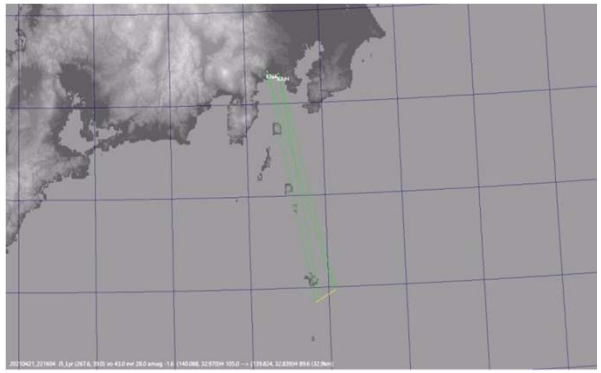
光学・電波同時流星候補

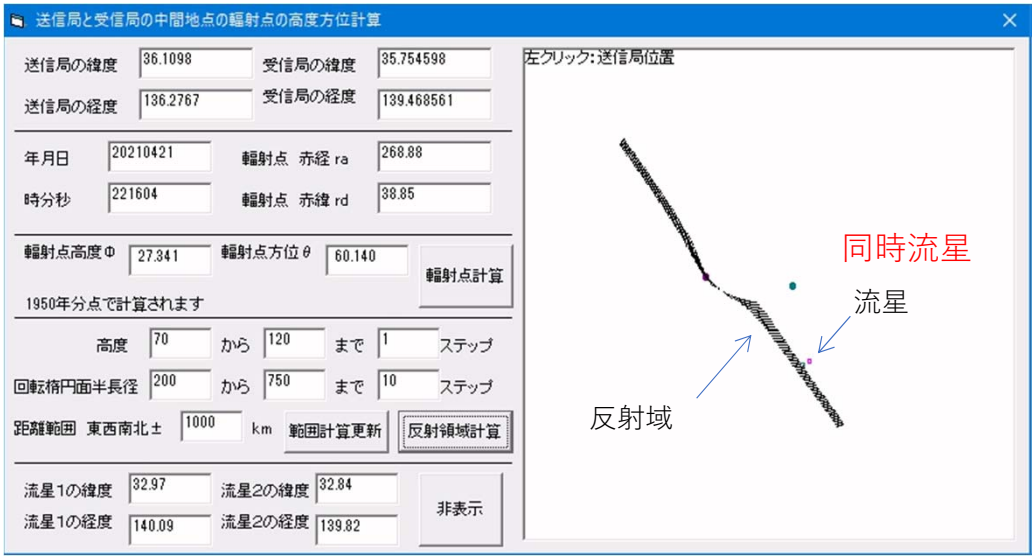
- HRO view形式のcsvファイルと、UFO orbitが出力したcsvファイルを時刻コンペアプログラムを用いて（ほぼ）同時刻の電波エコーと光学流星を抽出します。これが光学・電波の同時流星候補です。
- このコンペア作業で（２万件あった候補が）ひと月当たり多くても数十個以下に絞られます。
- ここでリストされたPNG画像をHRO viewで目視検査します。ここは手作業です。
- 時刻だけで判定するならば、光学・電波同時流星が抽出された事になります。

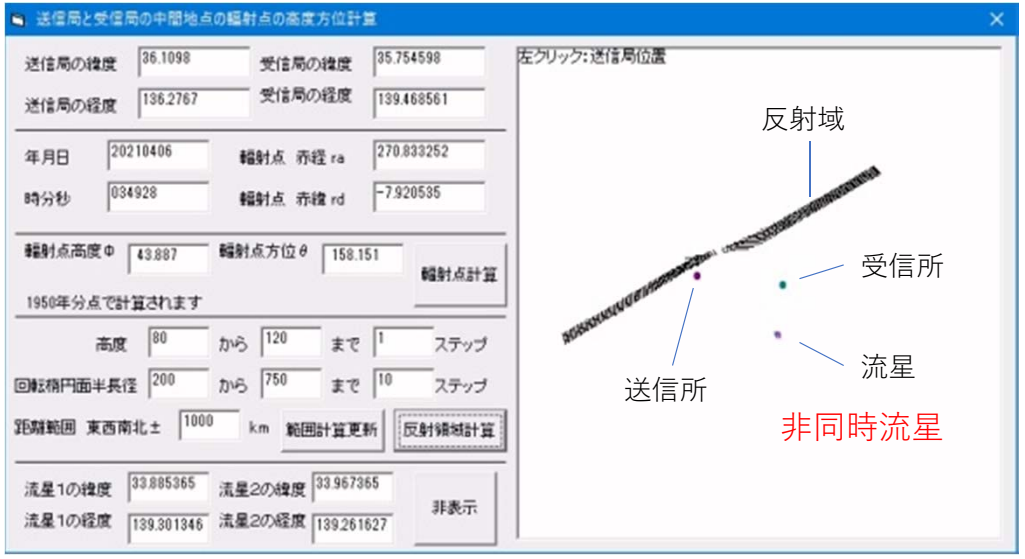


反射領域による同時判定

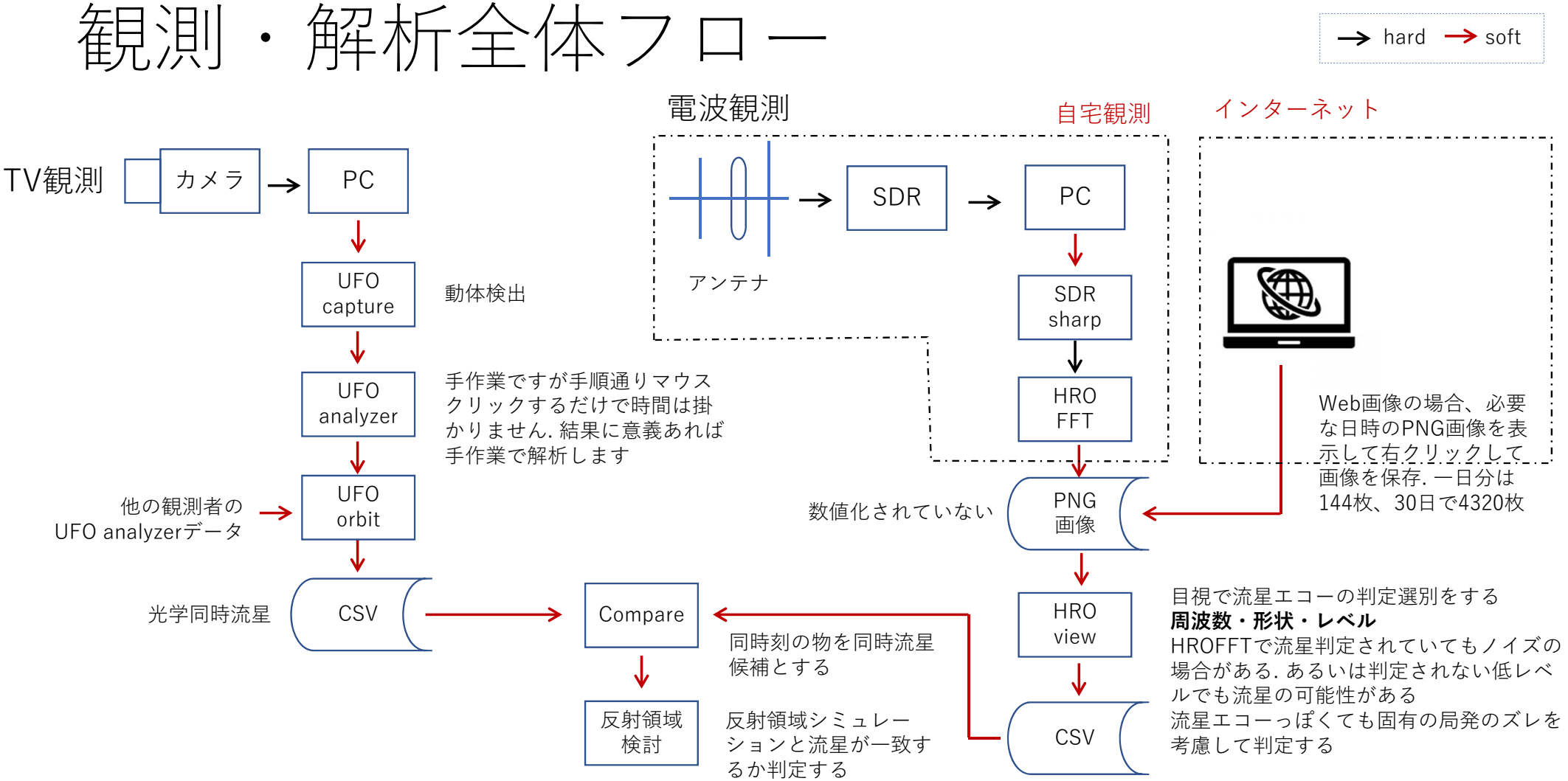
- 光学電波の同時流星候補が絞られたところで、電波の反射領域を調べます。流星の出現場所と反射領域が近ければ同時流星としています。
- エコー形状がオーバーデンスエコーと思われる場合はその限りではありません。







観測・解析全体フロー


hard
soft
電波観測
自宅観測
インターネット
TV観測
カメラ
PC
UFO capture
動体検出
UFO analyzer
手作業ですが手順通りマウスクリックするだけで時間は掛かりません. 結果に意義あれば手作業で解析します
他の観測者の UFO analyzerデータ
UFO orbit
光学同時流星
CSV
Compare
同時刻の物を同時流星候補とする
反射領域検討
反射領域シミュレーションと流星が一致するか判定する
アンテナ
SDR
PC
SDR sharp
HRO FFT
数値化されていない
PNG 画像
Web画像の場合、必要な日時のPNG画像を表示して右クリックして画像を保存. 一日分は144枚、30日で4320枚
HRO view
目視で流星エコーの判定選別をする
周波数・形状・レベル
HROFFTで流星判定されていてもノイズの場合がある. あるいは判定されない低レベルでも流星の可能性がある
流星エコーっぽくても固有の局発のズレを考慮して判定する
CSV

2020年10月から2021年7月の電波光学同時流星

- 光学流星で軌道が求まった流星は3900個でした。この中で電波との同時流星は72個でした。
- 全て福井の電波を受信しているIZUアンテナのもので、福島のFKアンテナはありませんでした。
- IZUアンテナの2021年5月と7月に同時流星はありませんでした。
- 同時判定は時刻と反射領域による評価をしています。
- 次ページ以降に電波光学の同時流星の諸量を示します。

年月	同時流星
Oct-20	5
Nov-20	5
Dec-20	28
Jan-21	13
Feb-21	6
Mar-21	4
Apr-21	7
May-21	0
Jun-21	4
Jul-21	0

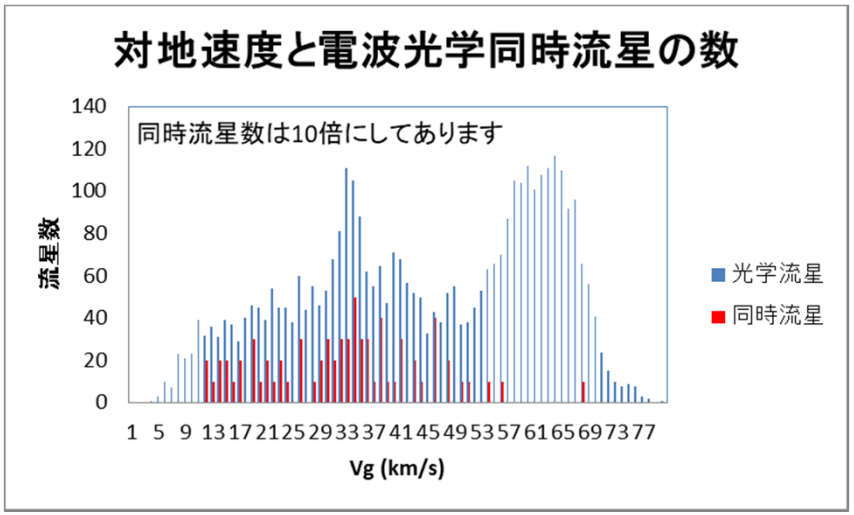
year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec
Oct-20	1	東村山	Izu2010130350.png	20201013_035623	20201013_035619	1.19	7	弱	2.3E+16	over	spo	-0.72	47.6	99.5	139.4	34.6	78.2	138.9	34.3	179.67	45.16
	2	東村山	Izu2010210040.png	20201021_004320	20201021_004317	0.23	1	強	4.1E+16	under	spo	-1.34	47.8	104.5	140.0	33.9	94.3	140.0	33.8	56.29	55.19
	3	東村山	Izu2010250450.png	20201025_045411	20201025_045402	0.07	4	強	3.1E+15	under	spo	1.42	45.9	105.5	139.3	34.7	103.2	139.3	34.6	157.85	76.31
	4	東村山	Izu2010290240.png	20201029_024623	20201029_024623	0.13	1	強	2.1E+15	under	spo	1.58	36.0	89.5	139.3	34.8	85.6	139.3	34.8	52.53	59.36
	5	東村山	Izu2010310030.png	20201031_003513	20201031_003514	0.20	1	強	1.7E+15	under	spo	1.46	26.0	87.6	139.2	34.6	82.2	139.2	34.6	26.49	70.30
Nov-20	1	東村山	Izu2011100420.png	20201110_042456	20201110_042453	1.22	3	強	5.2E+15	under	J5_sTa	0.24	26.1	94.9	139.1	34.4	76.7	139.5	34.4	56.02	13.56
	2	東村山	Izu2011170420.png	20201117_042928	20201117_042926	1.68	35	弱	3.3E+16	over	J5_oEr	-1.56	31.6	95.9	138.6	33.4	73.6	139.1	33.5	65.00	-2.59
	3	東村山	Izu2011212110.png	20201121_211904	20201121_211906	0.20	1	弱	1.5E+15	under	spo	1.68	28.6	93.3	139.3	34.5	90.3	139.3	34.5	108.48	34.63
	4	東村山	Izu2011260330.png	20201126_033038	20201126_033036	0.13	1	強	1.9E+15	under	J5_daD	1.74	37.7	94.7	139.3	34.6	92.0	139.3	34.6	219.32	65.37
	5	東村山	Izu2011260530.png	20201126_053137	20201126_053135	0.20	1	強	5.7E+15	under	J5_kDr	0.76	45.5	93.7	139.0	34.4	86.3	139.0	34.4	182.36	67.51
Dec-20	1	東村山	Izu2012010320.png	20201201_032831	20201201_032828	0.52	1	強	1.2E+15	under	spo	1.49	19.0	92.2	139.1	35.0	85.9	139.2	35.0	59.80	15.73
	2	東村山	Izu2012010500.png	20201201_050939	20201201_050939	0.10	1	弱	2.4E+15	under	J5_daD	1.80	51.0	106.7	139.5	34.7	102.3	139.5	34.6	190.77	58.94
	3	東村山	Izu2012060410	20201206_041816	20201206_041815	0.47	7	強	1.3E+16	over	J5_Gem	-0.46	33.7	95.5	140.0	34.6	80.9	140.0	34.6	109.44	30.39
	4	東村山	Izu2012061710	20201206_171303	20201206_171302	1.02	15	強	1.1E+17	over	spo	-3.09	24.4	114.0	138.9	34.0	105.2	139.2	34.1	266.89	-1.34
	5	東村山	Izu2012070240	20201207_024240	20201207_024237	0.36	1	弱	6.2E+15	under	spo	-0.21	20.3	82.6	139.3	34.4	77.0	139.3	34.4	67.34	16.14
	6	東村山	Izu2012070300	20201207_030017	20201207_030015	0.57	4	強	1.0E+16	over	J5_daD	0.03	42.9	94.1	139.5	34.4	80.4	139.4	34.3	210.03	62.76
	7	東村山	Izu2012110430	20201211_043319	20201211_043316	0.30	1	強	4.4E+15	over	spo	0.62	30.9	94.2	139.5	34.5	87.2	139.6	34.5	112.87	32.03
	8	東村山	Izu2012110540	20201211_054056	20201211_054058	0.25	1	弱	2.3E+15	under	J5_Gem	1.28	29.7	92.8	139.0	34.8	88.0	139.1	34.8	102.24	34.72
	9	東村山	Izu2012140400	20201214_040406	20201214_040404	0.49	1	弱	1.5E+16	under	J5_Gem	-0.53	35.8	94.8	140.1	33.9	80.7	140.3	33.9	113.94	32.75
	10	東村山	Izu2012140430	20201214_043143	20201214_043141	0.63	2	弱	9.2E+15	over	J5_Gem	-0.06	34.5	99.1	139.8	34.4	82.6	140.0	34.4	112.85	32.76
	11	東村山	Izu2012140430	20201214_043404	20201214_043401	0.24	1	弱	3.5E+15	over	J5_Gem	0.93	32.6	93.1	139.7	34.7	86.5	139.8	34.7	111.09	32.91
	12	東村山	Izu2012140440	20201214_044355	20201214_044354	0.24	1	弱	4.0E+15	over	J5_Gem	0.76	32.2	92.4	139.7	34.3	85.9	139.7	34.3	111.53	33.92
	13	東村山	Izu2012140440	20201214_044843	20201214_044842	0.76	4	弱	4.2E+16	over	J5_Gem	-1.70	34.8	100.1	139.4	34.2	80.0	139.6	34.2	114.19	31.62
	14	東村山	Izu2012140450	20201214_045710	20201214_045709	0.68	1	弱	2.2E+16	over	J5_Gem	-0.97	35.4	116.5	139.1	33.6	100.6	139.3	33.5	112.25	31.91
	15	東村山	Izu2012140500	20201214_050124	20201214_050123	0.30	1	弱	2.4E+15	over	J5_Gem	1.35	33.2	95.2	139.5	34.8	87.4	139.5	34.8	114.55	32.21
	16	東村山	Izu2012140520	20201214_052243	20201214_052240	0.39	2	弱	6.3E+15	over	J5_Gem	0.31	33.5	91.4	139.0	34.5	81.5	139.1	34.5	112.22	32.84
	17	東村山	Izu2012140550	20201214_055727	20201214_055727	0.47	3	弱	7.6E+15	under	J5_Gem	0.04	31.6	91.9	139.3	35.0	81.6	139.5	34.9	113.55	32.59
	18	東村山	Izu2012150130	20201215_013621	20201215_013618	0.20	3	強	9.4E+15	under	spo	0.04	38.8	98.4	138.9	34.6	92.5	138.8	34.5	179.43	72.18
	19	東村山	Izu2012150540	20201215_054441	20201215_054440	0.53	2	強	8.0E+15	under	J5_Gem	0.04	32.8	96.2	139.4	35.1	83.9	139.5	35.1	114.59	32.07
	20	東村山	Izu2012170110	20201217_011939	20201217_011936	0.16	1	強	3.9E+15	under	J5_daD	1.26	50.0	96.0	139.5	34.1	92.6	139.5	34.1	204.67	52.33
	21	東村山	Izu2012170230	20201217_023948	20201217_023946	0.70	2	強	2.5E+15	over	J5_sTa	0.85	21.4	88.0	140.0	34.1	77.1	140.2	34.2	83.99	15.97
	22	東村山	Izu2012190010	20201219_001429	20201219_001426	0.67	1	弱	5.3E+15	under	spo	-0.34	15.4	103.8	140.2	34.0	90.7	140.3	34.0	57.40	40.17
	23	東村山	Izu2012190440	20201219_044653	20201219_044650	0.95	6	強	1.8E+16	under	spo	-0.77	35.7	119.6	139.0	34.1	96.5	139.3	34.1	107.14	22.90
	24	東村山	Izu2012200210	20201220_021356	20201220_021353	0.57	1	弱	2.9E+15	under	spo	0.66	21.1	87.9	139.8	34.2	76.7	139.9	34.2	84.38	29.62
	25	東村山	Izu2012290410	20201229_041824	20201229_041821	0.23	1	弱	9.4E+14	under	spo	2.24	29.5	95.2	139.6	35.0	90.6	139.6	35.0	109.97	23.43
	26	東村山	Izu2012310250	20201231_025328	20201231_025326	0.23	3	強	2.2E+15	under	spo	1.39	30.7	90.1	138.8	34.0	83.8	138.7	34.0	181.23	63.52
	27	東村山	Izu2012310300	20201231_030812	20201231_030809	1.03	1	弱	8.8E+15	under	spo	-0.45	23.0	95.3	139.8	33.6	76.7	140.0	33.7	103.30	14.63
	28	東村山	Izu2012310600	20201231_060742	20201231_060740	0.46	8	強	1.4E+17	over	spo	-2.66	46.4	101.0	139.0	34.3	80.8	139.0	34.2	176.56	54.13

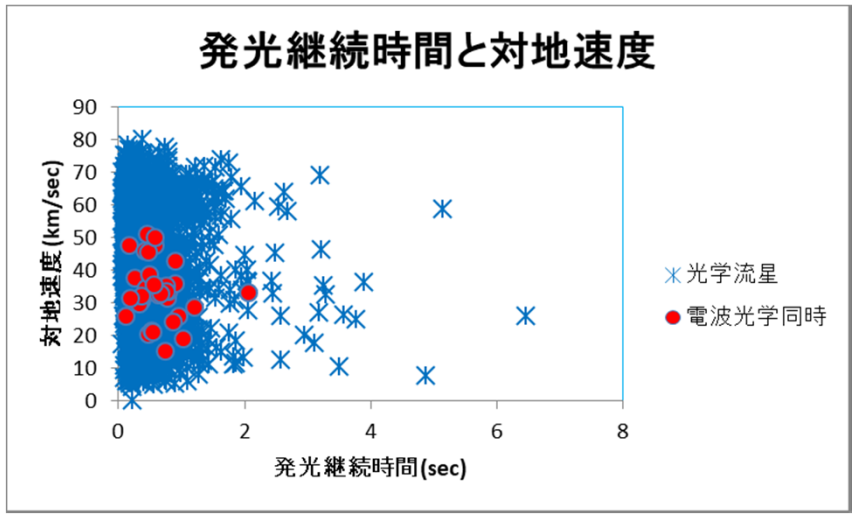
year/month	No	Obs	電波画像	電波時刻	光学時刻	継続時間	エコー時間	電波強弱	線電子密度	エコー形状	stream	Amag	Vg	H1	経度1	緯度1	H2	経度2	緯度2	放射点ra	放射点dec
Jan-21	1	東村山	Izu2101022300.png	20210102_230904	20210102_230906	0.18	2	強	8.4E+14	under	spo	1.74	16.7	87.9	139.77	34.44	84.5	139.78	34.43	87.57	56.51
	2	東村山	Izu2101040250.png	20210104_025534	20210104_025534	0.59	15	強	4.2E+16	over	J5_Qua	-1.52	41.4	99.6	138.92	34.24	85.3	138.75	34.12	227.81	49.59
	3	東村山	Izu2101040310.png	20210104_032000	20210104_031958	0.41	2	強	5.3E+16	under	J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1	139.06	33.87	227.35	50.58
	4	東村山	Izu2101040320.png	20210104_032002	20210104_031958	0.41	12	強	5.3E+16	over	J5_Qua	-1.86	38.4	96.5	139.16	33.95	86.1	139.06	33.87	227.35	50.58
	5	東村山	Izu2101040320.png	20210104_032358	20210104_032359	0.95	2	弱	9.5E+16	under	J5_Qua	-2.40	41.4	103.7	139.59	34.30	79.1	139.31	34.12	230.86	48.49
	6	東村山	Izu2101090450.png	20210109_045253	20210109_045250	0.13	1	強	6.4E+15	under	spo	0.38	36.6	104.4	139.71	34.05	100.5	139.74	34.05	141.05	36.03
	7	東村山	Izu2101111850.png	20210111_185742	20210111_185741	0.78	2	強	1.3E+15	under	spo	1.02	13.3	93.4	139.45	34.61	81.4	139.46	34.54	26.29	69.50
	8	東村山	Izu2101130600.png	20210113_060618	20210113_060616	1.20	5	強	7.9E+16	under	spo	-2.84	23.0	102.4	139.74	34.76	79.8	139.64	34.57	267.07	71.07
	9	東村山	Izu2101142210.png	20210114_221326	20210114_221327	0.27	5	弱	2.3E+15	under	spo	1.43	34.1	90.1	139.08	35.01	85.5	139.04	34.95	191.40	67.34
	10	東村山	Izu2101190510.png	20210119_051242	20210119_051240	0.48	1	弱	4.6E+16	under	J5_xUm	-1.57	43.2	93.4	140.26	33.71	75.7	140.39	33.70	171.69	31.46
	11	東村山	Izu2101210130.png	20210121_013247	20210121_013247	1.03	6	強	9.6E+15	under	spo	-0.42	25.7	95.9	139.16	34.99	77.5	139.07	34.80	225.49	73.07
	12	東村山	Izu2101220300.png	20210122_030243	20210122_030241	0.46	1	弱	1.2E+15	under	spo	1.45	18.9	91.4	139.14	34.55	83.9	139.21	34.53	115.70	38.48
	13	東村山	Izu2101260350.png	20210126_035351	20210126_035347	0.80	1	強	5.3E+15	under	spo	0.35	29.1	102.6	139.55	34.88	84.5	139.51	34.73	227.51	76.48
Feb-21	1	東村山	Izu2102060310.png	20210206_031333	20210206_031332	0.87	5	強	3.2E+15	over	spo	0.91	30.0	98.0	139.91	34.11	84.8	139.71	33.96	277.95	49.59
	2	東村山	Izu2102070530.png	20210207_053238	20210207_053239	0.47	3	強	2.2E+16	under	spo	-0.75	43.8	106.8	139.19	34.82	89.2	139.18	34.80	228.28	40.93
	3	東村山	Izu2102100430.png	20210210_043330	20210210_043327	0.90	2	弱	6.2E+14	under	spo	2.04	16.2	92.0	139.28	35.02	79.2	139.27	34.91	248.70	83.10
	4	東村山	Izu2102160530.png	20210216_053707	20210216_053704	0.36	6	弱	2.1E+16	over	spo	-0.87	38.1	97.0	139.20	33.73	84.0	139.25	33.70	205.92	47.30
	5	東村山	Izu2102170220.png	20210217_022504	20210217_022503	0.33	1	弱	2.6E+14	under	spo	2.67	12.1	81.0	139.22	34.97	77.3	139.27	34.97	120.40	23.55
	6	東村山	Izu2102250220.png	20210225_022241	20210225_022240	0.90	1	弱	4.0E+14	under	spo	2.35	14.0	85.4	139.38	34.98	75.6	139.37	34.86	356.33	84.34
Mar-21	1	東村山	Izu2103140120.png	20210314_012024	20210314_012021	0.44	2	強	1.3E+15	under	spo	1.27	17.1	90.5	139.21	34.45	82.6	139.22	34.42	185.54	64.84
	2	東村山	Izu2103140340.png	20210314_034012	20210314_034013	0.64	3	強	1.6E+17	under	spo	-2.44	68.3	117.3	139.21	34.50	85.6	139.14	34.77	239.02	-8.98
	3	東村山	Izu2103160430.png	20210316_043612	20210316_043609	0.37	1	強	8.5E+15	under	spo	0.51	54.4	108.7	139.59	34.71	97.7	139.42	34.78	296.87	-1.30
	4	東村山	Izu2103170200.png	20210317_020306	20210317_020307	0.70	1	弱	1.6E+16	under	spo	-0.66	33.9	98.9	139.10	33.81	82.6	139.19	33.94	188.59	-9.95
Apr-21	1	東村山	Izu2104090330.png	20210409_033204	20210409_033201	0.75	1	強	3.2E+15	under	spo	0.15	14.6	84.2	139.20	34.99	73.4	139.21	34.91	230.45	76.73
	2	東村山	Izu2104110020.png	20210411_002627	20210411_002625	2.07	1	弱	3.5E+15	under	spo	-0.01	13.8	93.0	139.45	35.11	70.1	139.45	34.85	40.24	85.88
	3	東村山	Izu2104212210.png	20210421_221608	20210421_221604	0.77	14	強	4.7E+16	over	J5_Lyr	-1.65	41.3	105.0	140.09	32.97	89.6	139.82	32.84	268.88	38.85
	4	東村山	Izu2104220140.png	20210422_014903	20210422_014901	0.18	2	強	1.0E+16	under	spo	-0.39	27.8	86.3	139.59	34.03	82.5	139.56	34.00	314.86	64.80
	5	東村山	Izu2104220210.png	20210422_021702	20210422_021659	0.50	3	弱	1.6E+16	under	spo	-0.62	35.4	101.8	139.34	34.21	87.4	139.26	34.13	295.91	56.83
	6	東村山	Izu2104242210.png	20210424_221502	20210424_221458	0.67	3	強	7.3E+16	under	J5_Lyr	-2.00	46.0	105.1	139.86	32.93	91.3	139.58	32.83	270.18	31.06
	7	東村山	Izu2104250250.png	20210425_025742	20210425_025738	0.58	1	弱	5.2E+14	under	spo	1.86	11.5	82.8	139.54	35.03	76.4	139.62	35.06	208.57	-4.09
Jun-21	1	東村山	Izu2106092230.png	20210609_223953	20210609_223953	0.53	1	弱	1.0E+16	under	spo	0.32	56.3	108.8	139.24	34.31	99.3	138.96	34.17	335.87	35.21
	2	東村山	Izu2106172310.png	20210617_231100	20210617_231057	0.73	2	強	6.5E+15	under	spo	-0.15	22.4	92.7	138.79	34.29	78.4	138.76	34.20	288.96	70.73
	3	東村山	Izu2106220320.png	20210622_032252	20210622_032250	0.57	1	弱	7.1E+14	under	spo	2.07	19.0	94.9	139.21	34.55	89.3	139.33	34.56	256.96	4.39
	4	東村山	Izu2106280010.png	20210628_001719	20210628_001716	0.55	1	弱	9.3E+15	under	spo	0.09	39.8	97.5	139.07	35.01	86.4	138.94	34.85	20.96	59.28

「HROが見ている物」小関正広氏 MSS online 2021.06.20

1. 「電波観測(HRO)が見ているもの」をまとめると以下のようになります。
    1. 電波と光学が同時流星になりにくい理由
        1. 速度：光学は高速、電波は中速を見ている
        2. 明るさ：ＨＲＯは眼視で見るような明るい流星を見ている
        3. 光学流星は自発光（等方性）、電波は反射エコー（指向性）
        4. 電波エコーは海上の流星を多く観測している、送信所と受信所の距離が短ければ電波エコーは内陸になり光学との同時が増す

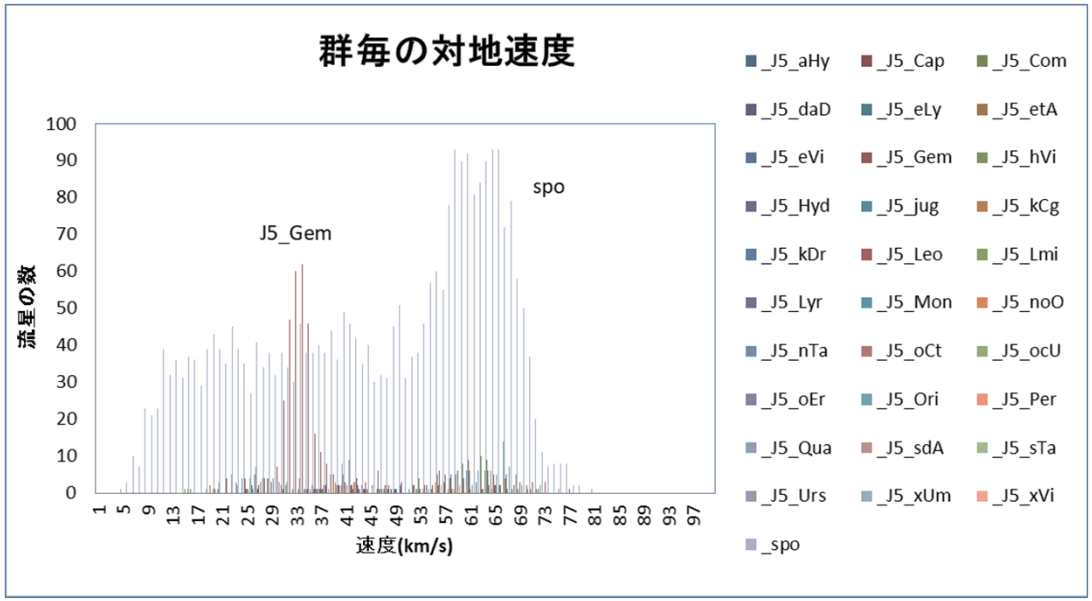
速度：光学は高速、電波は中速を見ている?

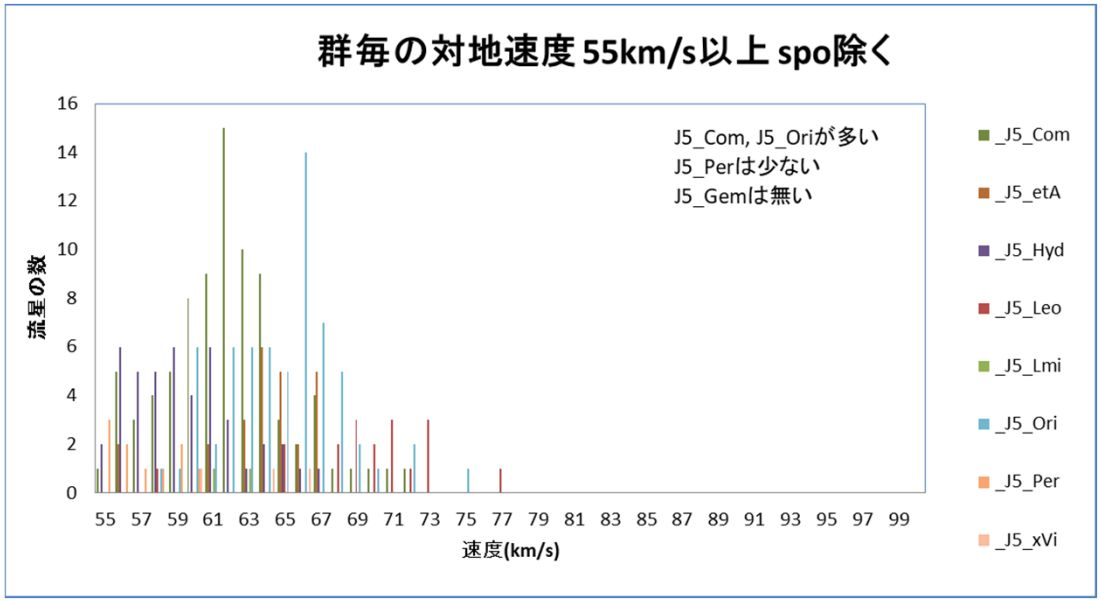




- 小関 2021.06.20では 光学流星は高速、電波は中速を見ているとされています。
- 2020年10月から2021年7月までの平塚市博物館の光学観測と、東村山のIZUアンテナとの同時流星です。
- 左図は比較しやすいように同時流星の数を実際の数の10倍にしてあります。
- 光学は低速から高速まで広く観測されています。
- 同時流星は低速から中速にありました。

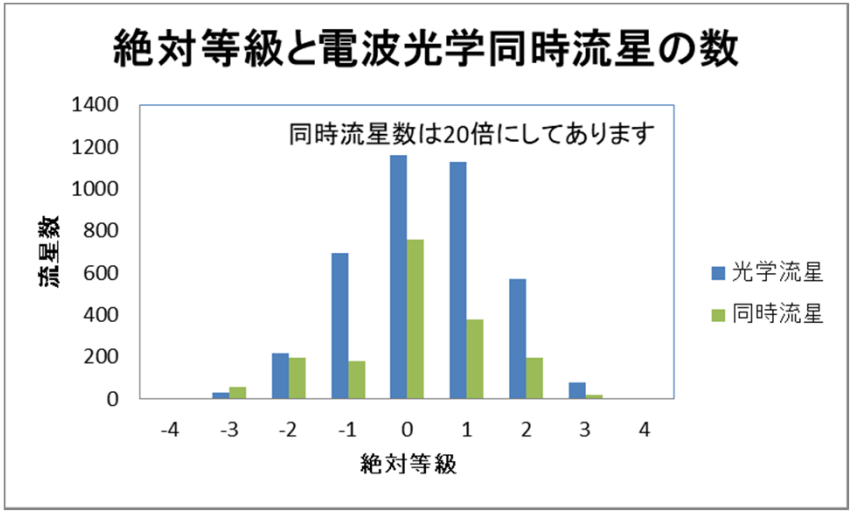
群毎の速度（光学流星のグラフ）

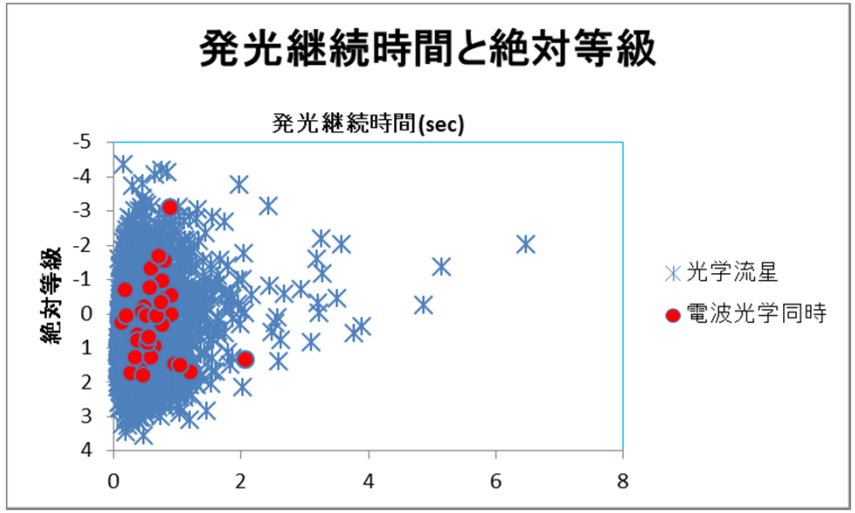




- 電波光学同時流星の無い55km/s以上の流星群で数の多い群はJ5_ComとJ5_Oriでした。
- J5_Leoは70km/s付近にあり高速ですが数が多くありませんでした。
- 55km/s以上にJ5_Per、J5_Hydもありますが数は少なく、左のグラフの低速に位置しています。
- 55km/s以上にJ5_Gemはありませんでした。
- 高速の流星に電波と同時が無い事が速度の影響でなく反射領域外による影響か検討する必要はありそうです。

明るさ：ＨＲＯは眼視で見るような明るい流星を見ている?





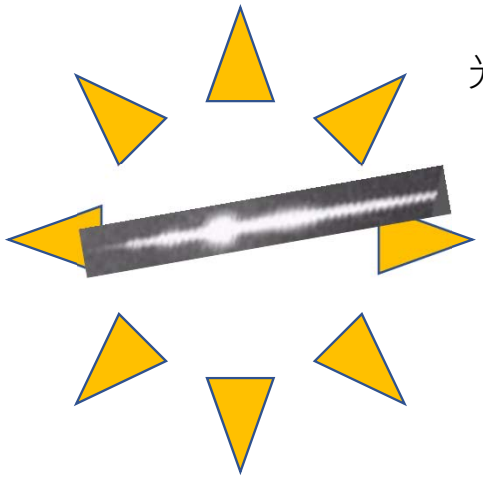
- 小関 2021.06.20では HROは眼視で見るような明るい流星を見ているとされています。
- 2020年10月から2021年7月までの平塚市博物館の光学観測と、東村山のIZUアンテナとの同時流星です。
- 左図は比較しやすいように同時流星の数を実際の数の20倍にしてあります。
- 同時流星は各等級に同じような割合で見つかります。
- 電波エコーが明るい流星に偏っているとは言えそうにありませんでした。
- 発光継続時間と絶対等級のグラフを見ても明るい方に電波光学同時流星が偏ってはいませんでした。

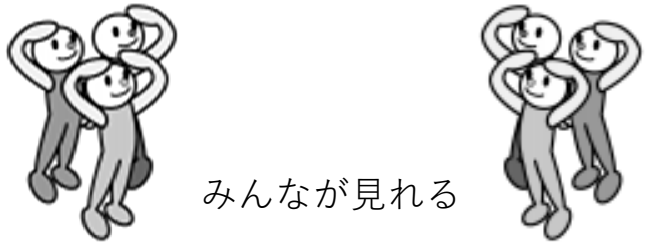
光学流星は自発光（等方性）、電波は反射エコー（指向性）

- こちらは光学流星が電波で検出できない理由です。

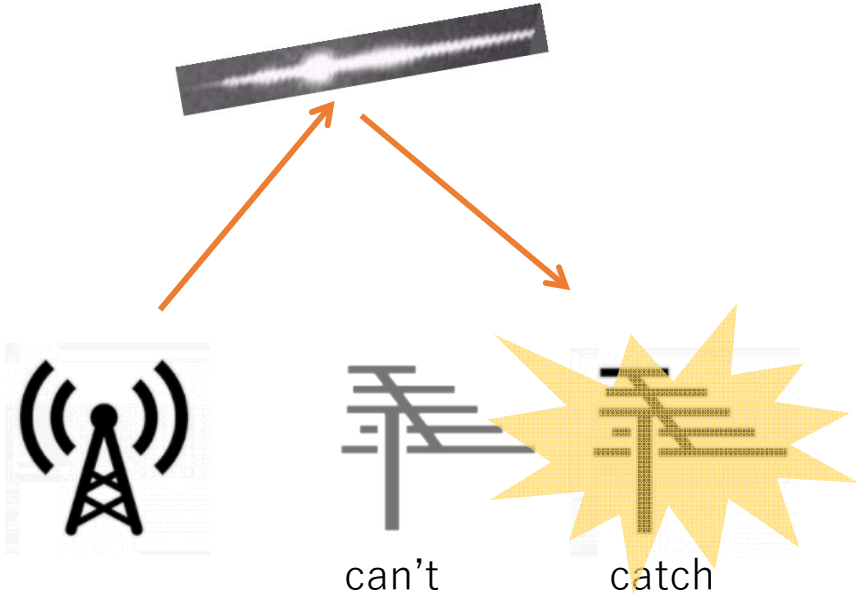
では、光学で検出されず電波で検出できるものは？
暗い流星でも以下の関係が出来てしまえば電波エコーを受信出来るのかも知れません。
暗い流星は多いので電波でのみ観測されている？
（暗くても速度が早ければ線電子密度が高い）

光（可視光発光）





電波エコー（指向性）



まとめ

2020年10月から10カ月間の電波光学同時流星を調査しました。

光学流星で軌道が求まった流星は3900個で、その内、電波と同時流星は72個でした。これは 1.8% になります。

「HROが見ている物」小関正広 MSS online 2021.06.20 と今回の観測と見比べてみました。

「光学は高速、電波は中速を見ている」については傾向が確認出来ました。

ただ、群によって同時にならないのかも知れず、反射領域を含めて検討する必要がありました。

「ＨＲＯは眼視で見るような明るい流星を見ている」こちらは、その傾向を確認出来ませんでした。

光学で検出できず、電波で検出できるものもあり、これはむしろ暗い流星のエコーを観測しているのかも知れませんが、今の観測手法では確認が出来そうになく課題となって残ってしまいます。

オリオン群とHRO(小関正広 藤戸健司)

　HROによるオリオン群（高速で流星経路が高度100㎞を越える）は電離層の影響を受け、ふたご群よりもビデオ観測に比べて数が少なくなる。また、回転楕円体面に沿うオリオン群の流星では「スパイク」が明瞭に認められ、発光とほぼ同時にエコーが捉えられている。

オリオン群と HRO

MSSonline/2021/Dec.18

日本流星研究会
小関正広
藤戸健司

要旨

ビデオ観測される流星数との比で、オリオン群はふたご群よりも HRO で捉えられるエコー数が少ない。特に輻射点高度が低い時間帯では HRO のエコー数が少ない。これは輻射点高度が低いと流星の高度が高くなることと関係し、電離層の影響を受けていると推測される。CMOR 等で用いられている波長に比べて影響は小さいと考えられてきたが、高速で流星の高度が 100km 以上になる流星群では電離層の影響を無視できない。

エコーで「スパイク」と呼ばれるものが観察される流星は発信点と受信点を焦点とする回転楕円体面に沿うものであり、発光とほぼ同時にエコーが受信されている。逆に「痕跡」と呼ばれるものは回転楕円体と流星経路のなす角が大きく、飛行後数秒の時間を経て観察される。また、「スパイク」は高速の流星で顕著である。

HRO の観測では観測地点に近く、回転楕円体面に沿う流星であれば、眼視観測とほぼ同等の光度の流星を捉えられるが、経路距離が 600km を超えると火球クラスの流星でなければ捉えられないことが示された。

１．はじめに

眼視観測に比べて、HRO ではペルセウス群、オリオン群の極大が明瞭でない。本稿では、その原因を探るとともに、オリオン群でみられるロングエコーについて検討する。また、ふたご群との比較により、オリオン群の特性を考察する。

2007~9 年にはオリオン群が活発化したので、その時のデータを利用することにより、HRO とビデオ観測の十分な同時データを得ることができる。ここでは 2009 年 10 月 20~22 日のデータを用いた。

２．ロングエコー

小さいエコーでは、流星によるものか雑音なのか判別が困難で、データを注意して選択しても両者の混在は避けられない。流星によるものである可能性が高いエコーを最初に分析することとした。

表 1 に対象としたエコーと対応するビデオ観測を示す。HRO と Video の下に示す 6 桁の数字は時分秒、*I* はエコーの強度、*Dur.*はエコーの継続時間、*Δt* はビデオ観測と HRO の時間差、*amag* はビデオ観測による絶対等級、*abs(IP)*は流星経路の中点における流星経路と発信点・受信点を焦点とする回転楕円体面の法線との内積の絶対値（流星経路と回転楕円体面との合致度を示す）、交差角は流星経路と回転楕円体面のなす角度、*D* は発信点と流星経路の中点を経て受信点を結ぶ距離（以下、経路距離 *D* と呼ぶ）、class は SonotaCo ネットによる群判定である。*1 と*2 はそれら以外に同時に出現した流星が観測されていることを示している。それぞれ、表の下部に他に候補となり得るビデオ観測を示すが、ここではそれらは用いない。

表１：顕著なエコーとそれに対応するビデオ観測。

Date	HRO	*I*	*Dur.*	Video	*Δt*	*amag*	*abs(IP)*	交差角	*D*	class
10/20	005232	21	23	005230	2	-4.0	0.114	6.6	336	ORI
	053104	28	67	053101	3	-3.8	0.150	8.6	377	ORI
10/21	004220	17	20	004219	1	-3.2	0.426	25.2	279	ORI
	004504	30	7	004503	1	-2.3	0.076	4.4	298	ORI
	015613	15	45	015606	7	-4.7	0.482	28.8	470	ORI
	025214	18	51	025210	4	-6.0	0.249	14.4	485	ORI*1
	033929	31	15	033929	0	-1.6	0.047	2.7	308	SPO
	035438	27	57	035435	3	-5.5	0.154	8.9	454	ORI
	045927	21	28	045925	2	-3.8	0.099	5.7	452	ORI*2
10/22	012428	27	35	012428	0	-4.3	0.018	1.0	376	ORI
	020110	15	10	020109	1	-3.9	0.045	2.6	532	ORI
	025934	10	25	025928	6	-7.2	0.150	8.7	723	ORI
	040428	19	15	040427	1	-3.7	0.015	0.9	572	ORI
	040500	11	8	040457	3	-3.1	0.094	5.4	569	SPO
	043449	18	7	043448	1	-3.0	0.009	0.5	539	ORI
	044350	9	8	044344	6	-5.0	0.250	14.5	505	ORI
	044402	19	13	044356	6	-3.4	0.303	17.7	387	ORI
*1				025210		-3.0	0.158	9.1	487	SPO
*2				045925		-2.9	0.103	5.9	453	ORI

注：エコーの出現時刻は HROFFT の画像から読み取ったものであるが、HROFFT では時として、1 分間の画像が 59 ピクセルしかない場合があるため、ここに示した HRO の時刻は±1s の誤差がある。

表１に掲げたエコーとビデオ観測はほぼ確実に対応するものと思われるので、ビデオ観測によるデータと比較してエコーの特徴について考察する。

２．１．流星経路と回転楕円体面との交角

流星の経路が回転楕円体面に交差する角度（*abs(IP)*）が大きいほど、ビデオ観測されてからHROで受信され迄の時間がかかっている（図１）。これは電波を反射するものが拡散してエコーを生じる条件を満たすまでに時間がかかるためと考えられる。

また、図２に示すように、HROとビデオ観測との時間差(*Δt*)はエコー画像に顕著な違いを生じる。*Δt*は流星経路と回転楕円体面とのなす角すなわち内積*abs(IP)*に大きく関係しているので、この画像の違いは内積が大きいもの015613（以下、HROの時刻で表記）と小さいもの012428との違いでもある。流星が回転楕円体面に沿うように飛行した場合には、出現と同時にいわゆる「スパイク」が現れる。このスパイクは流星の飛行と同時に出現するものであり、流星のヘッドエコーを含むものと考えてよいであろう。

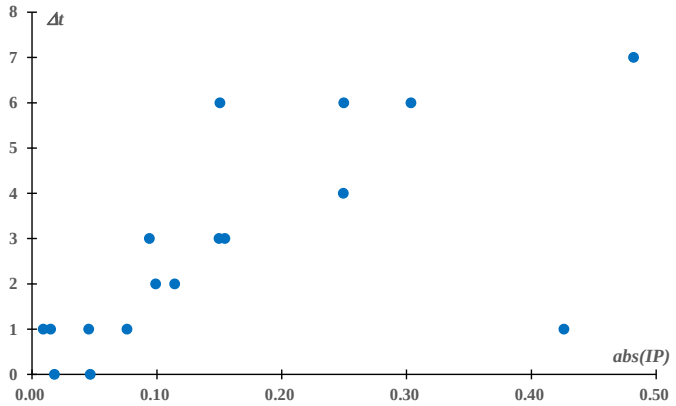


図 1：HROとビデオ観測の時間差と内積の絶対値。

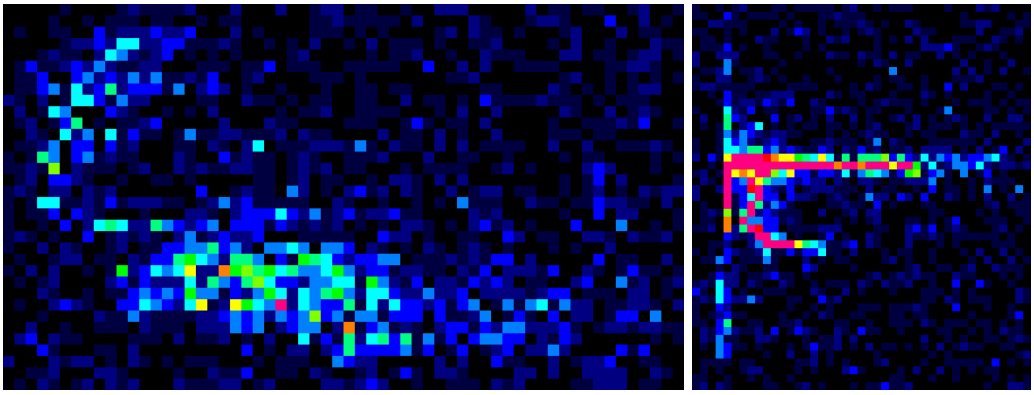


図 2：HRO とビデオ観測の時間差によるエコー画像の違い。左は 015613(*Δt*=7s, *amag*=-4.7)、右は 012428(*Δt*=0s, *amag*=-4.3)。

「ふたご群とHRO」で指摘したように、経路距離が大きくなると、内積*IP*が小さくなければエコーは観測されず、近ければ*IP*が大きくてもエコーが観測されることがここでも確認された（図３）。

これは次項で述べるように、流星の絶対等級及びエコーの強度が経路距離と深くかかわっていることによると考えられる。

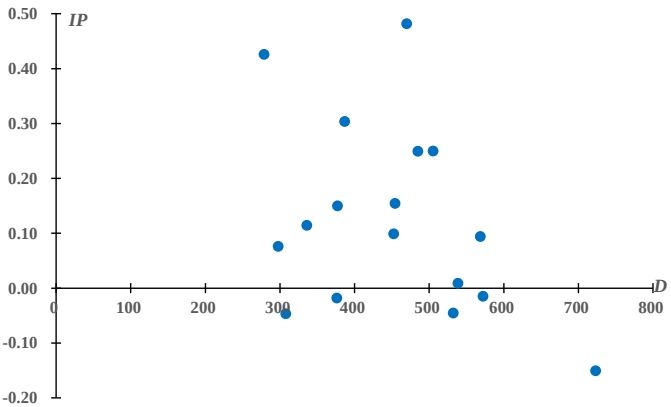


図３：経路距離と*IP*との関係。

２．２．絶対等級とエコーの強度・継続時間

この項ではエコー強度と継続時間が顕著なものを扱っている、すなわち、ある程度一定の範囲のエコーを対象としているため、経路距離と流星の絶対等級の関係が明瞭に認められる（図４）。さらに、HROの観測点から近距離に大流星が出現しなかったために、その関係は一層明瞭になっている。経路距離が遠い場合にはかなりの大流星でなければHROで捉えられないことが分かる。

経路距離が遠くなるとエコーの強度は下がることは当然である（図５）。ここで用いている流星は顕著なエコーのものであるから、エコー強度は強くてもこの程度であることを示している。火球クラスの流星であっても、経路距離が700kmを超えるとエコー強度は10を下回ることが推測される。

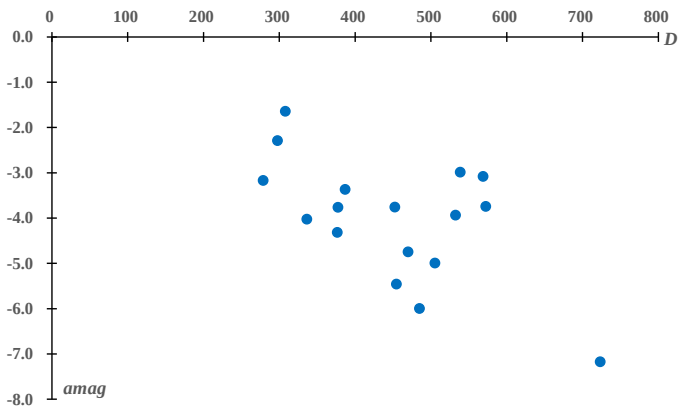


図 4：経路距離と流星の絶対等級。

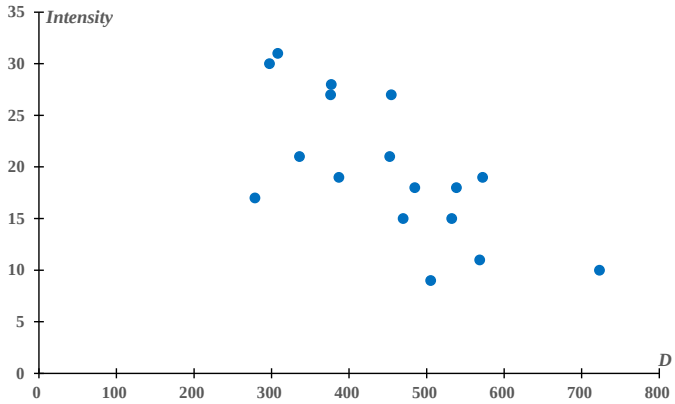


図 5：経路距離とエコーの強度。

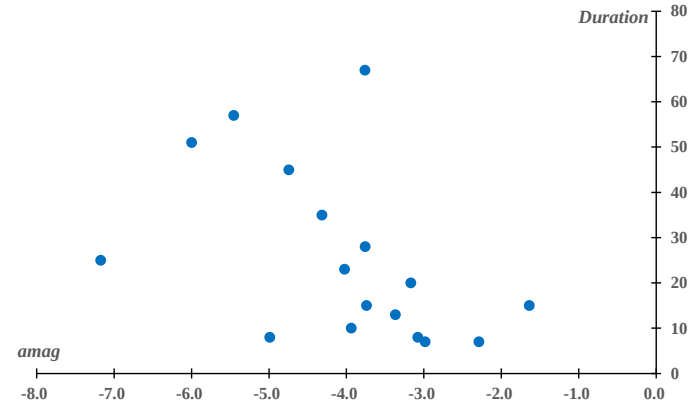


図 6：絶対等級とエコーの継続時間。

当然、エコーの強度は絶対等級とも相関を持つが（図は省略する）、内積 *IP* との相関と同じ程度であり、エコーの強度は絶対等級よりも経路距離に強い相関を示している。

エコーの継続時間がエコー強度の大きいもの、絶対等級の明るいものほど長いことは当然と言える。ここでは絶対等級との関係を示すが（図６）、ここで扱っているのは顕著なエコーだけであるので、継続時間の短い *Dur.*<5、絶対等級で *amag*>-2 の領域は不明である。しかし、絶対等級が正となる一般的に眼視観測される光度の流星では継続時間が 1 秒に満たないことが示唆される。

３．10 月 21 日 22 時から 22 日 5 時までの観測

３．１エコーとビデオ観測の同定基準

オリオン群の出現が多い表記の時間帯についてビデオ観測と HRO との対照を行った。オリオン群はロングエコーが見られるにもかかわらず、圧倒的多数は継続時間の短いエコーであった。また、2009 年はオリオン群が非常に活発であったので、同時流星の判定には暫定的な基準が必要となった。

前回のふたご群について得た同時流星となる条件がロングエコーについての分析で確かめられたので、表記の時間帯に得られたエコーとビデオ流星について以下の条件を適用して同時流星を選択する。

A.ビデオ観測とエコーの時間差 Δt が-1~+10 秒の範囲内。

B.流星経路と回転楕円体面の法線との内積 *IP* が小さいもの。

C.経路距離が大きいとエコー強度が落ちるので、絶対等級が明るくないものは外す。

D.重回帰分析により得られた絶対等級、内積、経路距離によるエコー強度及び継続時間推定値を参考とする（「４．オリオン群とふたご群の比較」を参照）。

E.図 7 と 8 に見られるようなエコー画像の特徴（「スパイク」の有無等）を参考に最終決定をする。

A の条件を満たすエコーは 79 件あった。これらの候補を以下の判定基準で同時流星を判定することとした。

A1. Δt>3 秒のものは火球クラスの流星に限る：Δt<-0.8×*amag*+2 を目安とする。

B1.*IP*<0.1 を基本とするが、経路距離が短い場合には、それ以上でも同時流星になり得る：*IP*<-0.0005×*D*+0.7 を目安とする。

B2. 絶対等級が明るいものは *IP*>0.1 でも同時流星になり得る：*IP*<-0.08×*amag*+0.3 を目安とする。

C1.経路距離が長いと絶対等級が明るくなければ同時流星にはならない：*amag*<-0.005×*D*+2 を目安とする。

実際には、重回帰分析による推定から選択したものと A~C の基準で選択したものは必ずしも一致しない。基本的に絶対的な基準を設けることは不可能に近く、どうしても判定には主観の入る余地がある。この判定の曖昧さの問題について、具体的にいくつかの例を挙げ、問題点を指摘して今後の課題としたい。

表２：本文中の判定基準では除外されるが、「同時流星」と判定したもの。

HRO	*I*	*Dur.*	Video	Δt	*amag*	*IP*	*D*
225320	17	3	225318	2	-1.7	0.479	268
013105	8	3	013104	1	-1.5	0.406	267
022555	12	1	022553	2	-0.1	0.093	701
030053	24	2	030052	1	-1.4	0.325	532
045507	9	1	045507	0	-0.4	0.050	547

表３：本文中の判定基準では「同時流星」となるが、ここでは除外したもの。

HRO	*I*	*Dur.*	Video	Δt	*amag*	*IP*	*D*
004444	7	1	004445	-1	-2.2	-0.169	475
011208	8	1	011200	8	-3.1	-0.243	597
043717	8	1	043711	6	-5.2	-0.173	1113
043855	22	10	043846	9	-3.2	0.389	316
044031	9	1	044023	8	-2.9	0.204	463

表２と図７に基準ぎりぎりで「同時流星」と判定されたもの、表３と図８に基準ぎりぎりで「同時流星」とみなさなかったものを示す。ロングエコーの項で指摘したように、「スパイク」がみられる（エコー像が上下に伸びている）ものを優先した結果、表２と図７の４個を「同時流星」としている。表３と図８に示すものはすべて表２と図７のものより、絶対等級が明るいが、043855 を除いて、エコー画像は貧弱である。このように「同時流星」として採択するか否かには主観が入り得る。問題点を整理しよう。

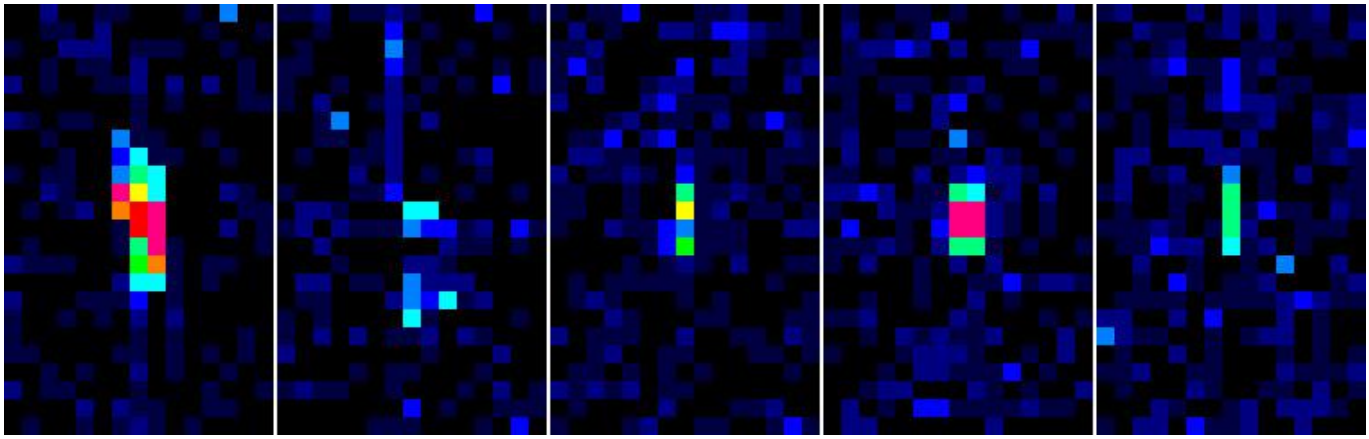


図７：本文中の判定基準では除外されるが、「同時流星」と判定したもの。左は 225320。表２上からの順番。

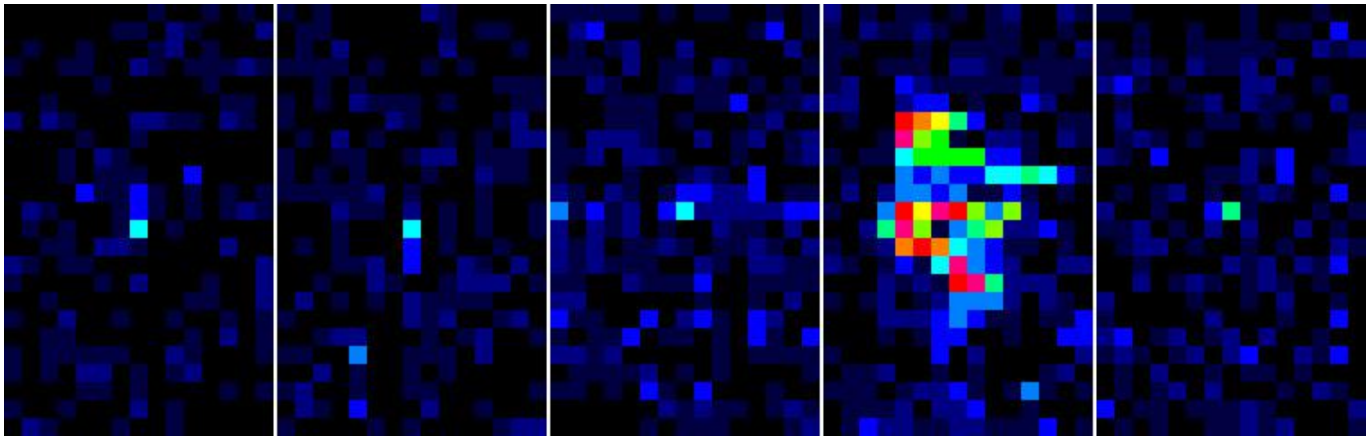


図８：本文中の判定基準では「同時流星」となるが、ここでは除外した。左は 004444。表３上からの順番。

最初に指摘しておくべきは、HROFFT でエコー強度が 10 以上を流星エコーとカウントしているのに対して、本稿では強度 10 以下、場合によっては強度 6 のものもエコーと判定している。主観の入る余地が大いにあるとしても、バックグラウンド（雑音、飛行機等）の強さ・影響を考慮してどこまでエコーとするかを変え、また、ロングエコーの項で述べたように「スパイク」が流星エコーの特徴であるとして採用している。ここで除外した図８に示すようなものについては、流星エコーなのかという基本的な問題がある。

第二の問題は内積 *IP* がどの程度の大きさまで同時流星と認められるかである。経路距離が近く、絶対等級が大きいものはかなり大きな *IP* まで同時流星とみなせることはロングエコーの項でわかっているが、どこまでなのかは明らかではない。

第三の問題はビデオ観測と HRO の時間差Δt をどこまで認めるかである。大流星で内積が大きいものは時間差がかなり大きくなることはわかっているが、これについてもどこまでなのかは明らかでない。

最後の問題はビデオ観測の光度にも多少の誤差があり、HRO で捉え得る流星の経路距離の限界も定かでないため、流星エコーなのか雑音なのか判定に曖昧さが残ることである。

図８に示したように、除外したものの画像は 043855 を除いて、雑音に近いものである。「同時流星」と判定したものは、それらよりいくらか流星エコーらしい。ここで 043855 を除外した理由は、時間差Δt の問題であり、内積と絶対等級の関係の問題である。043855 はビデオで同時観測が成立しなかったものであろう。

いずれにせよ、ビデオ観測と HRO での同時判定には今後の課題が残っている。

３．２．HRO から見たオリオン群

検討の結果 34 個の HRO とビデオの「同時流星」を見出した。例として 4 時台に同時と判定された流星（●）と SonotaCo ネットのみで捉えられた流星（×）の経路のそれぞれ中間点の分布を示す（図９）。図中で 250~500 の数字を添えた楕円弧は IP<0.1 となる地点を結んだものである（数字は回転楕円体の長半径 a の値を示しており、およそこの値の２倍が経路距離 D にあたる）。同時判定された流星の多くがこの楕円弧で示された IP<0.1 の範囲内にあることが分かる。範囲外にある同時判定された流星は IP>0.1 ということになるが、内側、すな

わち、観測点から近いところにもかなりの数、ビデオのみで観測された流星が分布している。250km の楕円弧の内側では *IP*<0.1 になる領域が存在しない（正確には *a*<235km では *IP*<0.1 となる地点が存在しない）のである。また、*IP*<0.1 の範囲に存在してもエコーが観測されていない流星が多数ある。これは距離が遠くなるとエコーの強度が弱くて検出できなくなるためであろう。

エコーの継続時間と強度の分布、エコー数と輻射点高度の関係については「４．オリオン群とふたご群の比較」で述べることにして、「２．ロングエコー」の項で指摘した諸関係が一般的なエコーでどのようになるのかをみていこう。基本的にはロングエコーは火球クラスの流星が多いのに対して、ここで扱う流星はそれらよりも暗いものが多いという違いがある。しかし、ほぼ、ロングエコーの項で指摘した諸関係をここでも確認することができた。要点は以下の通り。

・観測の時間差と *IP* の絶対値：ロングエコーの場合よりも相関は弱くなるが、基本的に *IP* が大きいと時間差が大きくなる傾向は存在する。

・経路距離と流星の絶対等級：ロングエコーの場合よりもエコー強度の小さいものを含めているので、関係は弱くなるが、経路距離が大きくなると暗い流星のエコーは捉えられていない。

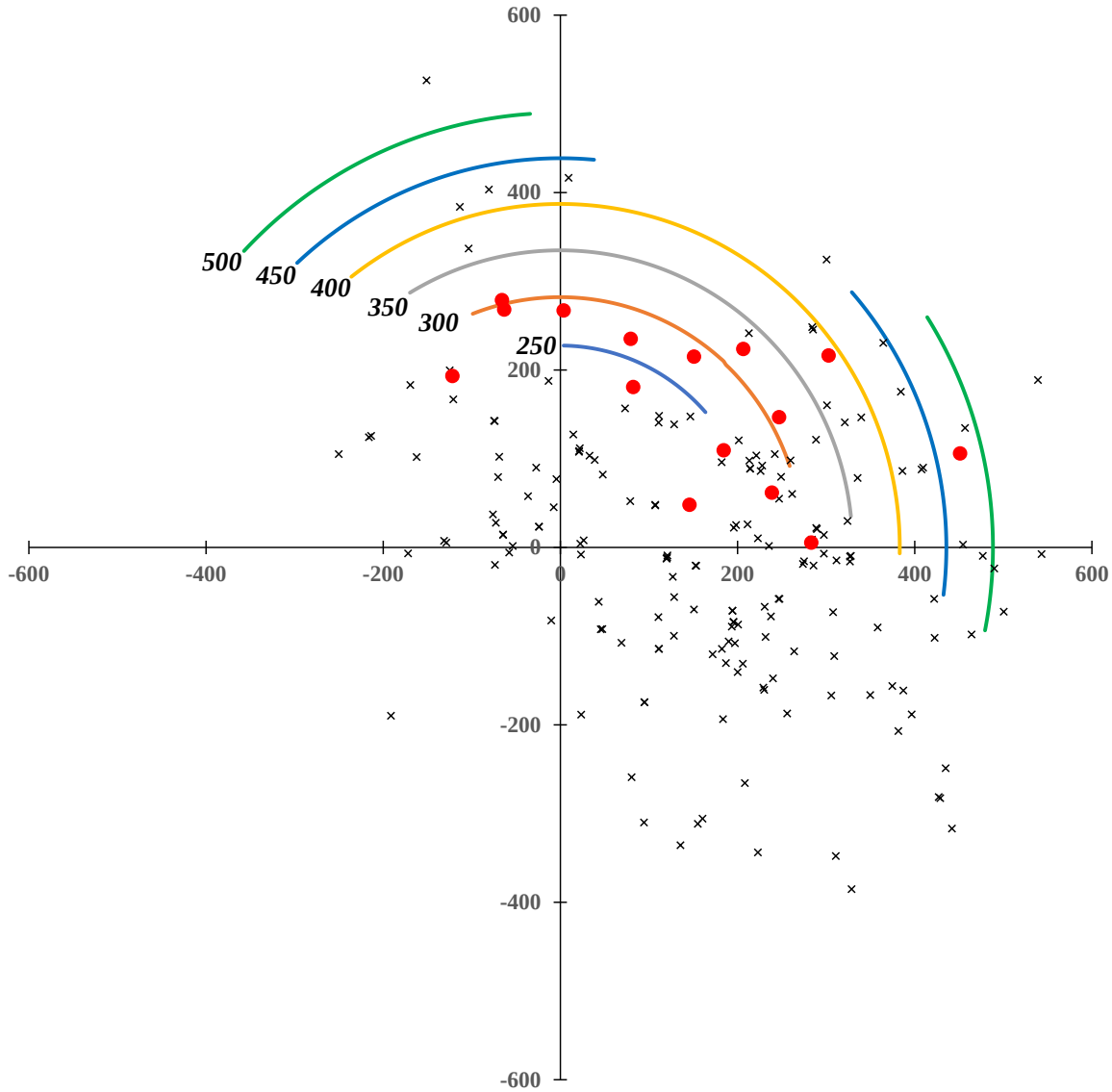


図 9：4 時台における同時判定された流星の分布。福井と四日市を結ぶ線が *y* 軸でほぼ南北方向にあたり、原点はその中間点。目盛りの単位は km である。

・経路距離と *IP* の関係：強い関係が存在することが明らかで、*IP* が大きい場合には経路距離が短くないとエコーは観測されないことが明らかである。

・経路距離とエコーの強度：流星の絶対等級よりも直接的で、明確に経路距離が大きくなるとエコー強度は小さくなり、絶対距離が 700km を超えると HROFFT でエコー強度が 10 を超えて流星とカウントされることは稀と考えられる。

・絶対等級とエコーの継続時間：ロングエコーの場合よりも絶対等級が-3 よりも暗いものの割合が圧倒的に多く、この範囲では継続時間が 5 秒以下のものがほとんどである。そのために、絶対等級とエコーの継続時間は２次関数で表され、明るいものでは直線近似の場合よりも長くなるようにも見える。

グラフは省略するが、代わりにエコー画像の比較で絶対等級 *amag*、経路距離 *D*、内積 *IP* によりエコー画像がどのような違いを見せるかを示すことにする。

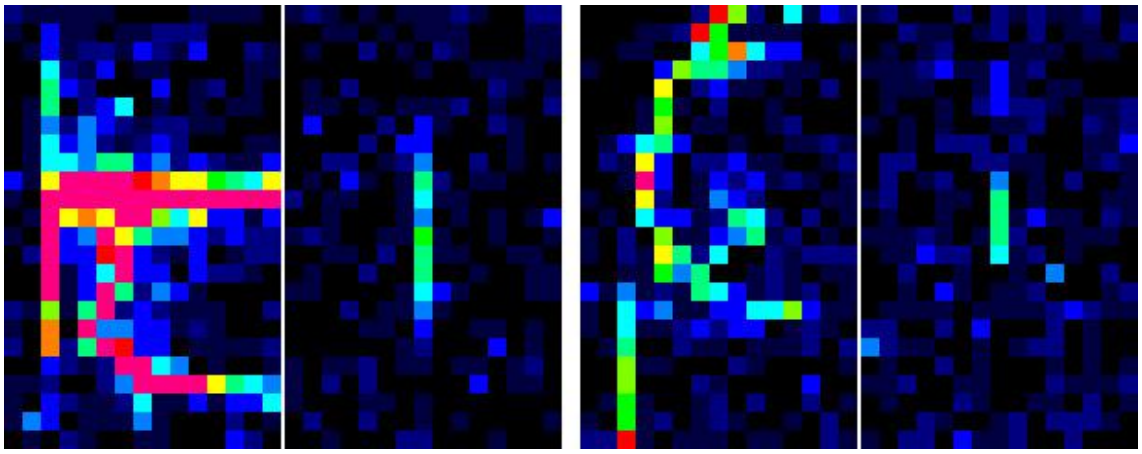


図 10 : 経路距離と内積 *IP* がほぼ等しい場合の絶対等級によるエコー画像の違い。左から順番に 012428 と 015340、020110 と 045507。

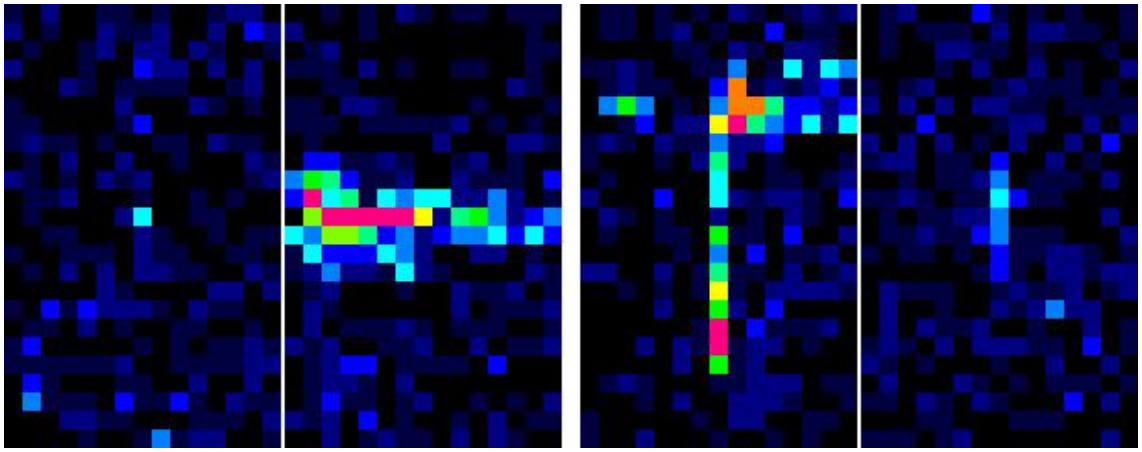


図 11 : 絶対等級と内積 *IP* がほぼ等しい場合の経路距離によるエコー画像の違い。左から順番に 024845 と 040428、034636 と 041600。

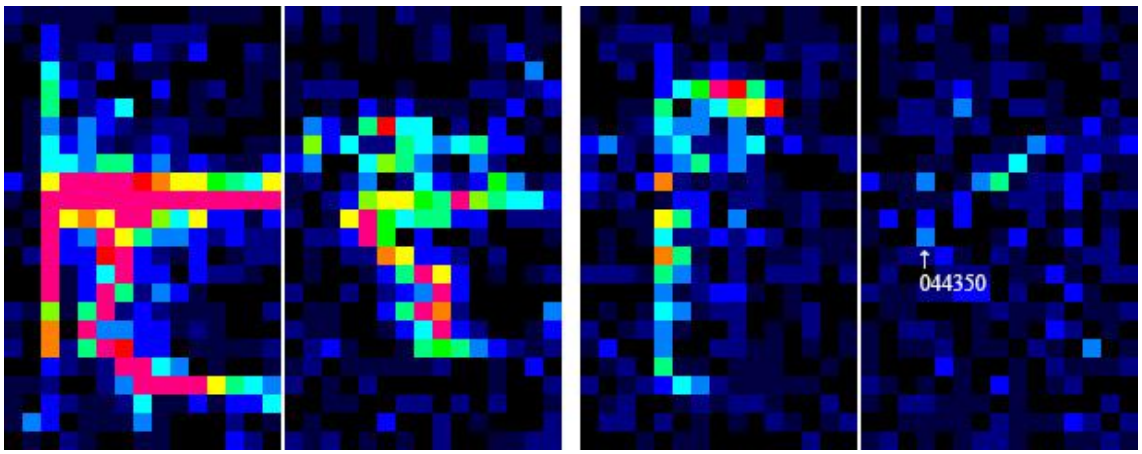


図 12 : 絶対等級と経路距離がほぼ等しい場合の内積 *IP* によるエコー画像の違い。左から順番に 012428 と 044402、043449 と 044350。

図１０～１２は絶対等級 *amag*、経路距離 *D*、内積 *IP* による違いをそれぞれ２組の画像で示しているが、流星の詳しい資料は表４を参照されたい。

絶対等級が明るいほどエコーの強度が強くなるが、それよりもエコーの継続時間が長くなることが特徴的である（図１０）。エコー強度に最も強く影響するのは経路距離である（図１１）。図１１の流星は絶対等級が -4.0~-3.3 であるが、024845(*D*=873km)と 041600(*D*=956km)のエコー強度 *I* はともに 6 に過ぎない。HROFFT の判定では流星エコーとは判定されないレベルにしかならない（表４）。内積 *I* が小さい流星のエコーには特徴的な「スパイク」が見られる（図１２）。また、内積 *I* が小さい場合には観測の時間差Δtも小さく、012428 と 043449 はそれぞれ、0 秒、1 秒である。図１０と図１１のエコーも内積 *I* が小さいので、040428 を除いて、同様のことが見られる。

表４：同時判定されたエコー画像の比較。*Hm* は流星経路の中点の高度、*L* は流星の経路長。図は画像を示した図番号。その他の記号は表１と同じ。

HRO	*I*	*Dur.*	Video	*Δt*	*amag*	*Hm*	*L*	*D*	*IP*	class	*Vg*	図
012428	26	35	012428	0	-4.3	103	34.7	376	-0.018	ORI	67.5	10
015340	9	1	015339	1	-1.0	107	11.8	369	0.000	ORI	66.0	10
020110	14	10	020109	1	-3.9	103	27.7	532	-0.045	ORI	67.3	10
045507	8	1	045507	0	-0.4	105	9.8	547	0.050	ORI	65.7	10
024845	6	1	024843	2	-3.8	100	24.2	873	0.002	ORI	64.2	11
040428	18	15	040427	1	-3.7	101	18.8	572	-0.015	ORI	65.5	11
034636	15	4	034634	2	-3.3	100	23.8	574	-0.022	ORI	66.2	11
041600	6	1	041557	3	-4.0	104	20.1	956	-0.016	ORI	66.2	11
012428	26	35	012428	0	-4.3	103	34.7	376	-0.018	ORI	67.5	12
044402	18	13	044356	6	-3.4	104	26.8	387	0.304	ORI	67.4	12
043449	17	7	043448	1	-3.0	101	22.4	539	0.009	ORI	65.6	12
044350	8	8	044344	6	-5.0	101	25.8	505	0.250	ORI	66.9	12

３．３．ビデオ観測から見たオリオン群

同じ時間帯でビデオ観測によって捉えられたオリオン群の特徴を見ておこう。図１３～１５は 22 時からの経過時間を横軸にして、SonotaCo ネットによってオリオン群と判定された流星の平均高度、経路長、絶対等級の変化を示したものである。これらはいずれも、経過時間順に並べた流星の 5 個ごとの移動平均である。

図１３から、時間経過とともに平均高度が下がる様子が示されている。これは時間経過とともに輻射点高度が上がり、大気層に対する突入角が大きくなることによる。また、図１４は経路長を示しているが、平均高度と同様に突入角が大きくなることによって急激に大気密度が高まるためである。これに対して、流星の絶対等級は図１５に示すように時間経過による大きな変動はない。

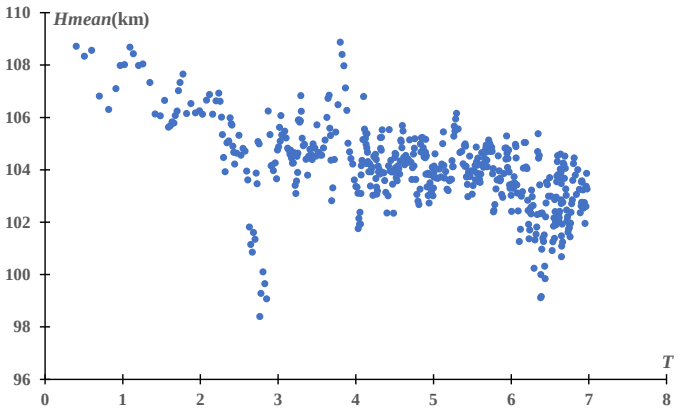


図 13：22 時からの経過時間と流星経路中間点の高度。

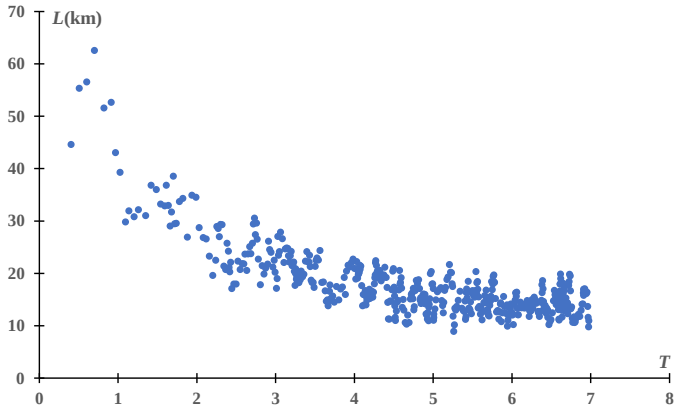


図 14：22 時からの経過時間と流星の経路長。

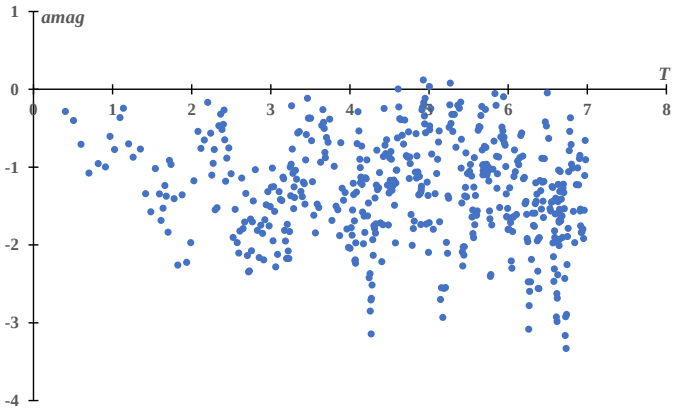


図 15：22 時からの経過時間と流星の絶対等級。

４．オリオン群とふたご群の比較

SonotaCo ネットによって捉えられる流星の絶対等級分布を図１６に示す。オリオン群は 2009 年 10 月 21 日 22 時から 22 日 5 時まで、ふたご群は 2018 年 12 月 14 日 19 時から 15 日 5 時までの観測である。HRO では散在流星と群流星の判別ができないため、ビデオ観測も散在流星と群流星を合わせている。これは 0.1 等級刻みで 0.5 等級幅の移動平均であり、観測された流星の総数に占める割合を表している。オリオン群が 2009 年、ふたご群が 2018 年の観測であるが、ほとんど分布に違いはない。これが 2 地点以上で同時にビデオ観測される流星の等級分布を示すものと言える。-1 等級付近に極大があり、それより暗い流星数の減少は使用されている CCD カメラの性能の一般的な限界を示すものと考えられる。

図１７は図１６と同じ観測時間帯におけるエコーの受信強度の分布を全流星数に対する割合として示したものである。オリオン群とふたご群の観測は 10 年の時を隔てているので、機器の違いの問題とも考えられるが、オリオン群は強度の低いものの割合が多い。

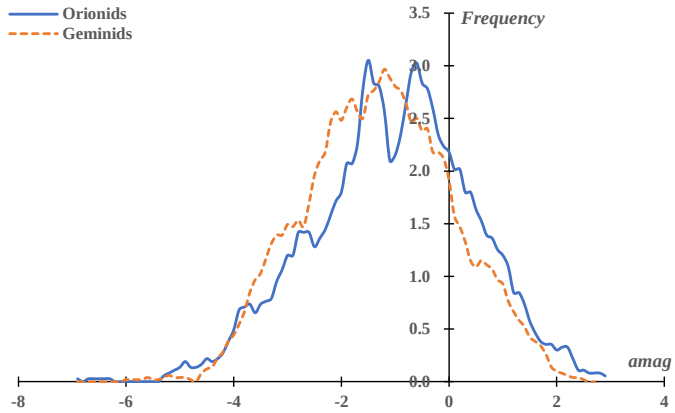


図 16：ビデオ観測された流星の絶対等級分布。

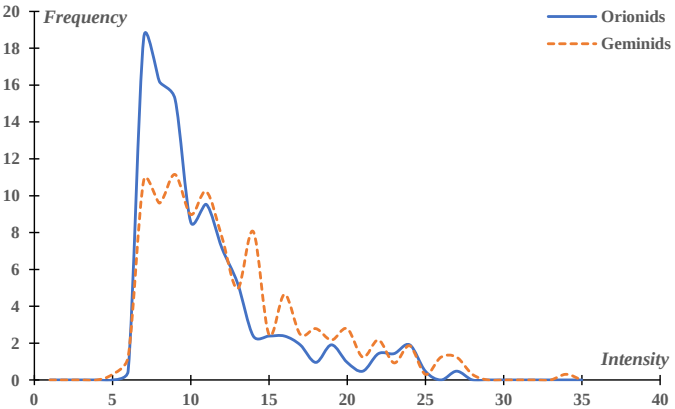


図 17：エコーの強度分布。

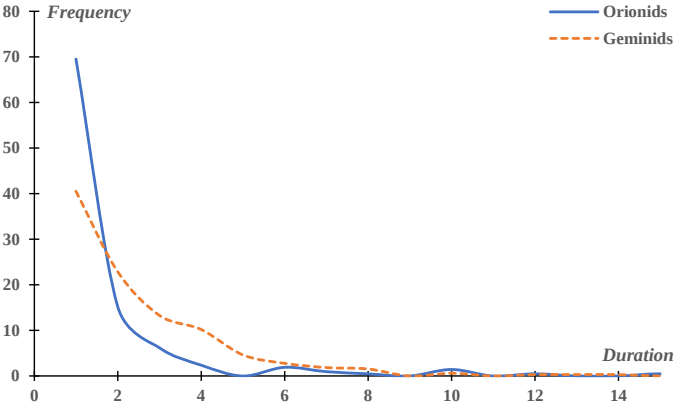


図 18：エコーの継続時間の分布。

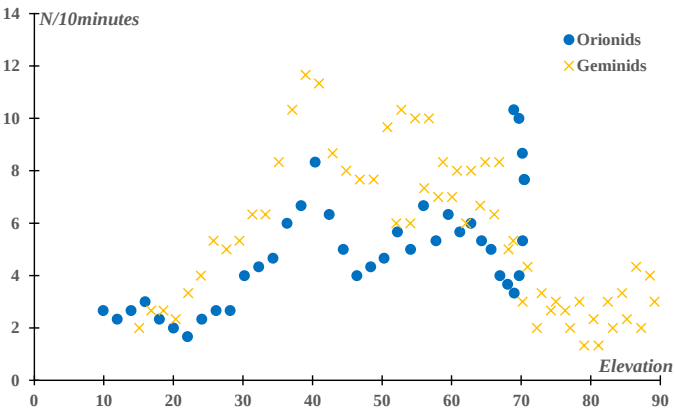


図 19：輻射点高度によるエコー数の変化。

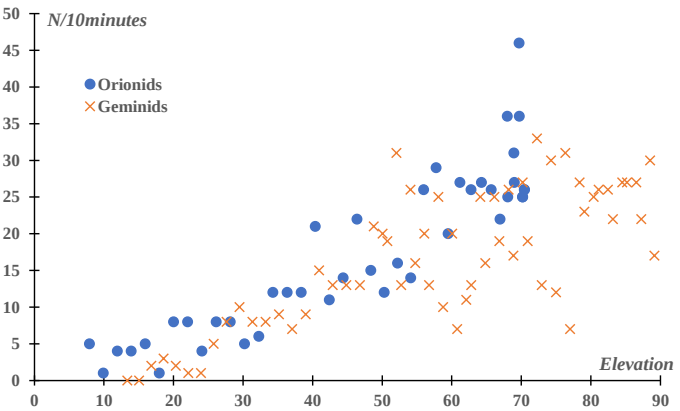


図 20：輻射点高度によるビデオ流星数の変化。

図１７と同じ観測時間内におけるエコーの継続時間の全体に対する割合を図１８に示す。継続時間は機器にあまり影響されないと考えられ、オリオン群で継続時間短い 1 秒の割合が圧倒的であることは注目される。

図１９と図２０は、輻射点高度を横軸にとって、それぞれHROのエコー数とビデオ観測の流星数の変化を示したものである。10 分間におけるエコー数及び流星数の 30 分ごとの移動平均を示している。輻射点高度は、輻射点の位置をオリオン群は(α,δ)=(95,15)、ふたご群は(α,δ)=(110,35)とし、発信点と受信点の中央におけるものである。

輻射点高度が 70 度を過ぎたあたりでエコー数が増加しているのは、ビデオ流星でも増加していることから、オリオン群自体の活動が活発化したためと考えられる。これを除くと、輻射点高度が 40 度あたりまでは増加し、その後減少する傾向はともに共通している。しかし、HRO のエコー数はオリオン群がふたご群に比べて全体的に少ない（図１９）。これはオリオン群の出現が少なかったためではない。ビデオ観測によればオリオン群とふたご群の流星数はほぼ数的にも匹敵し、輻射点高度に対して同様な変化を見せていることが分かる（図２０）。

図２１は輻射点高度を横軸に、ビデオ観測された流星数に対するHROのエコー数の比を縦軸にとったものである。基本的にエコー数はビデオ流星と比較すると、輻射点高度が上がるに従って減少することが分かる。

オリオン群は輻射点高度が最高で 70 度、ふたご群はほぼ 90 度になって、それぞれその後再び下がるためグラフが折り返している。オリオン群は全面的に

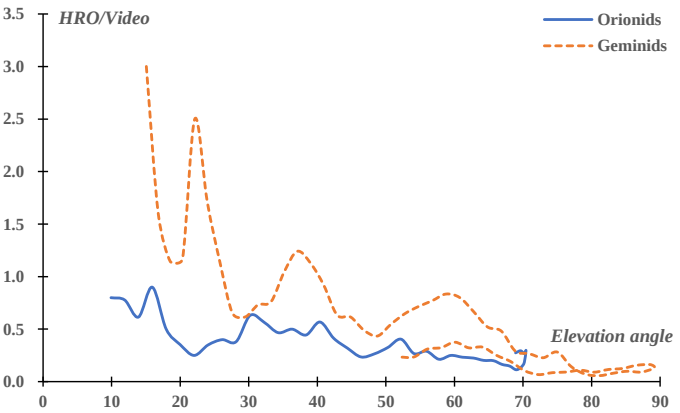


図 21：ビデオ観測に対する HRO エコー数の比の輻射点高度による変化。

ふたご群よりも低い値となっているが、これはビデオ観測に対する比であり、見せかけのものではない。特にオリオン群はふたご群よりも輻射点高度が低い時には HRO でのエコー数が著しく少ないことが分かる。

絶対等級が同じであれば、流星の経路長が長い方がエコーを捉えやすいと考えられる。しかし、オリオン群のビデオ流星の経路長は輻射点高度が低いほど長く、また、絶対等級は輻射点高度と無関係であるにもかかわらず、輻射点高度の低い時間帯のエコー数は少ない。「３．３．ビデオ観測から見たオリオン群」で指摘したように、オリオン群のビデオ流星の高度は輻射点高度が低いほど高い。輻射点高度が低いとオリオン群のエコー数がふたご群に比べて少なくなることは、ビデオ流星の高度変化に関係していると考えられる。高度が高くなるとエコー数が少なくなる原因として考えられるのは、電離層の影響である。

５．検討

表５ａと表５ｂに本稿でビデオ観測と同時と判定されたエコーの組み合わせについて、エコー強度と経路距離 *D*、絶対等級 *amag*、流星経路と回転楕円体面の法線との内積 *IP* との間の重回帰分析を行った結果から *IP*=0.1 を仮定して、エコー強度を推定したものを示す。同様にエコーの継続時間についても推定したものが表６ａと表６ｂである。ともにーは推定値が負となる場合である。

表５ａ：経路距離 *D* と絶対等級 *amag* によるオリオン群のエコー強度の推定値（*IP*=0.1 を仮定)。

D(km)	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
200	20.7	19.9	19.1	18.3	17.4	16.6	15.8	15.0	14.1	13.3	12.5
300	18.7	17.8	17.0	16.2	15.4	14.5	13.7	12.9	12.1	11.2	10.4
400	16.6	15.7	14.9	14.1	13.3	12.4	11.6	10.8	10.0	9.1	8.3
500	14.5	13.7	12.8	12.0	11.2	10.3	9.5	8.7	7.9	7.0	6.2
600	12.4	11.6	10.7	9.9	9.1	8.3	7.4	6.6	5.8	5.0	4.1
700	10.3	9.5	8.6	7.8	7.0	6.2	5.3	4.5	3.7	2.9	2.0
800	8.2	7.4	6.6	5.7	4.9	4.1	3.3	2.4	1.6	0.8	-

表５ｂ：経路距離 *D* と絶対等級 *amag* によるふたご群のエコー強度の推定値（*IP*=0.1 を仮定)。

D(km)	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
200	18.2	18.7	19.3	19.8	20.3	20.9	21.4	21.4	22.5	23.0	23.6
300	15.6	16.2	16.7	17.2	17.8	18.3	18.8	18.8	19.9	20.5	21.0
400	13.1	13.6	14.1	14.7	15.2	15.7	16.3	16.3	17.4	17.9	18.4
500	10.5	11.0	11.6	12.1	12.7	13.2	13.7	13.7	14.8	15.3	15.9
600	7.9	8.5	9.0	9.6	10.1	10.6	11.2	11.1	12.2	12.8	13.3
700	5.4	5.9	6.5	7.0	7.5	8.1	8.6	8.6	9.7	10.2	10.8
800	2.8	3.4	3.9	4.4	5.0	5.5	6.1	6.0	7.1	7.7	8.2

表６ａ：経路距離 *D* と絶対等級 *amag* によるオリオン群のエコー継続時間の推定値（IP=0.1 を仮定)。

D(km)	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
200	18.3	14.4	10.6	6.8	2.9	-	-	-
300	16.1	12.3	8.5	4.6	0.8	-	-	-
400	14.0	10.1	6.3	2.5	-	-	-	-
500	11.8	8.0	4.2	0.3	-	-	-	-
600	9.7	5.9	2.0	-	-	-	-	-
700	7.6	3.7	-	-	-	-	-	-
800	5.4	1.6	-	-	-	-	-	-

表６ｂ：経路距離 *D* と絶対等級 *amag* によるふたご群のエコー継続時間の推定値（*IP*=0.1 を仮定)。

D(km)	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3
200	10.9	9.5	8.1	6.7	5.3	3.9	2.5	1.1
300	9.9	8.4	7.0	5.6	4.2	2.8	1.4	0.0
400	8.8	7.4	5.9	4.5	3.1	1.7	0.3	-
500	7.7	6.3	4.9	3.4	2.0	0.6	-	-
600	6.6	5.2	3.8	2.4	0.9	-	-	-
700	5.5	4.1	2.7	1.3	-	-	-	-
800	4.4	3.0	1.6	0.2	-	-	-	-

ふたご群では絶対等級が暗くなるほどエコー強度が強くなる推定になっているなど、この重回帰分析の結果が不十分であることは明らかである。しかし、今まで述べてきたように経路距離 *D*、内積 *IP*、絶対等級 *amag*、エコー強度 *I*、エコーの継続時間 *Dur.*の間には明らかな相関がある。従って、表５ａ～６ｂによって全体的な傾向を示すことができていると考えてよいであろう。

エコーの強度も継続時間もともに経路距離 *D* により減少する。-4 等級の火球であっても経路距離 *D* が 800km になると、エコー強度が 10 を下回り、HROFFT では流星エコーとして計数されないと考えられる。経路距離 *D* は発信点・流星・受信点を結んだ距離であるので、およそ観測点から流星までの距離の２倍程度である。従

って、観測点から 400km 程度離れた-4 等級の火球はもはや HROFFT では流星として認められない。広い範囲の観測点から共通して観測されるエコーはそれ以上の明るさの流星であろう。

オリオン群とふたご群で多少の違いはあるが、経路距離が 300km 以内であれば、ともに絶対等級 6 等級の流星でも HRO で観測されるエコー強度になることが推定される。一方、エコーの継続時間に関しては、ふたご群であっても、ごく観測点に近い経路距離が 200km の場合で 3 等級の流星の継続時間が 1 秒となるに過ぎないことが推定される。しかし、HROFFT の時間解像度が 1 秒であり、継続時間が 1 秒以下でも、ある程度のエコー強度があればエコーとして認識され得るであろう。これらのことを合わせると、HRO で観測される流星は経路距離が 300km 以内で、経路が回転楕円体面に沿うものでも 3~4 等級が限界と考えられる。HRO が眼視観測とほぼ同じ領域の流星を観測しているという推定を裏付けるものと言える。

また、オリオン群のエコーの強度と継続時間は絶対等級 *amag* が-2 等級より明るい場合にはふたご群よりも上になるが、それより暗くなると、ふたご群に比べて急速に小さくなることが示される。これは前項で述べたように、オリオン群は多少なりとも電離層による影響を受けているためと考えられる。高速の流星では高度が 100km より高くなって E 層に入り込むため、HRO では検出されにくくなるのであろう。

６．まとめ

６．１．エコーの判定基準

記録された画像を流星エコーと判断する基準は曖昧であるが、次の暫定的な基準が使用できるであろう。

(1)画像が「スパイク」状のものであれば、流星エコーである。
(2)画像に「スパイク」がなく、「痕跡」状のもので、継続時間が 5 秒以上あれば、流星エコーである。
(3)上の２つのいずれかを満たせば、エコー強度が 10 未満でも流星エコーである。
(4)画像が滑らかな曲線を描くものはエコー強度が 10 以上でも飛行機や周囲からの雑音電波である。

流星エコーとビデオ流星の同定基準も曖昧であるが、暫定的な基準として次のものが提起される。

(1)HRO の時刻とビデオ流星の時刻の差が短いこと(Δt<-1~+10 秒)。
(2)経路距離が短くても(D<300km)、絶対等級が明るい($amag$<0)こと。
(3)経路距離が 500km を超えたら、内積 IP<0.1 で火球クラスであること。
(4)経路距離が中間程度(300<D<500)の場合には、Δt<+3 秒であること。

６．２．オリオン群の特性

オリオン群のエコーは内積 *IP* が小さい時に明瞭な「スパイク」を示す。同程度の内積、光度のふたご群の流星ではあまり見られない現象である（図２２と表７）。高速の流星で特徴的に見られる現象と思われる。

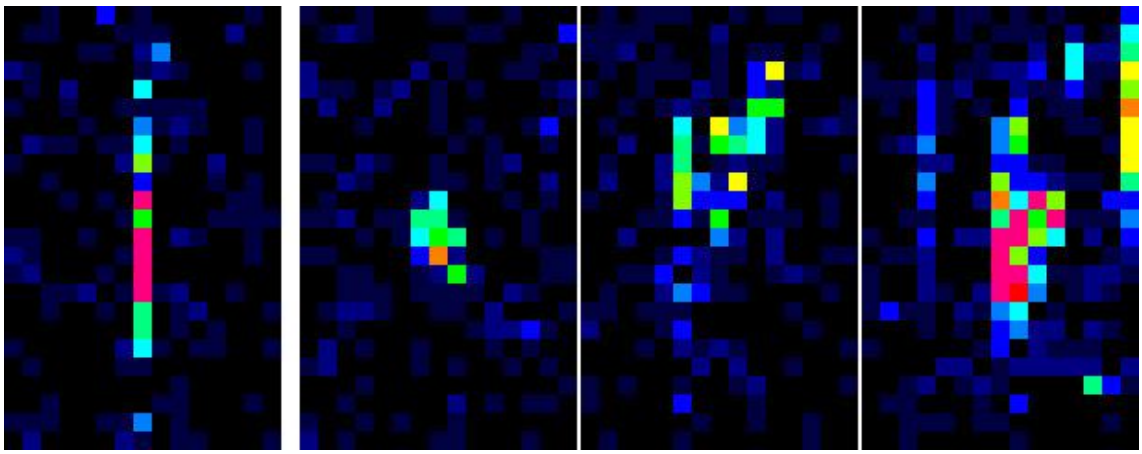


図 22：オリオン群のエコーとふたご群のエコーの比較。左端がオリオン群のエコー。

表７：オリオン群のエコーとふたご群のエコーの比較。図２２の左から右への順番で示した。

HRO	*I*	*Dur.*	Video	*Δt*	*amag*	*Hm*	*L*	*D*	*IP*	class	*Vg*
234739	22	1	234738	1	-2.1	106	35.4	319	-0.069	ORI	66.8
230825	13	3	230821	4	-2.1	80	35.7	299	0.267	GEM	33.0
042220	12	6	042218	2	-2.4	82	31.7	329	0.117	GEM	33.2
045757	20	5	045755	2	-1.6	87	26.1	315	0.124	GEM	34.8

また、オリオン群のエコーは継続時間が短いものが多い。オリオン群の流星の高度は 100km 以上であり、ふたご群よりも 20km 以上高い（表７）。特に輻射点高度が低いときには、流星の高度が高くなり、エコー数がふたご群に対してビデオ流星との比で少なくなる。オリオン群のエコーは電離層の影響を受けているためと考えられる。

本稿で得られたものは、発信点が福井・鯖江、受信点が四日市（アンテナ天頂）という環境で得られたものであり、必ずしも一般化できるものではない。他の条件でどのような結果が得られるのか検証する必要がある。

ビデオからの線電子密度の推定と限界高度(小関正広 藤戸健司)

ビデオ観測から何通りかの方法で線電子密度を推定したが、HROとビデオ観測の同時が成立するのは濃密痕(overdense echo)であり、HROのみのものは希薄痕(underdense echo)によるものと推定される。なお、福井・四日市の場合でHROで捉えられるエコーは5等級程度までとみられる。限界高度(height ceiling)により、HROでは輻射点高度が低い時間帯の発光高度が高いオリオン群の流星を捉えられていないと考えられる。

ビデオからの線電子密度の推定と限界高度(Height Ceiling)

MSSonline/2022/Feb.27
日本流星研究会
小関正広
藤戸健司

要約

ビデオ観測からの流星の線電子密度推定について検討した。線電子密度を観測によって直接推定するには専用のシステムが必要であり、ビデオ観測から簡単にできる線電子密度の推定と HRO により得られたエコー画像との比較を試みた。

流星体の化学組成、物理的構造等の仮定により推定方法には何通りもの方法があり、いくつかの方法を試すことによって推定には 10 倍以上の差が生じることが示された。これは電離を起こす流星体の実物をあらかじめ知ることができない以上、やむを得ないものと考えられる。

ふたご群とオリオン群について計算した結果、ビデオと HRO で同時観測されるものは濃密痕(overdense echo)であることが分かった。HRO でしか捉えられない流星は希薄痕(underdense echo)による 3 等級から 5 等級程度のものであると推定される。

McKinley(1961)が示す限界高度(Height Ceiling)の計算式によると、65km/s 以上の高速の流星では希薄痕は検出できなくなる。McKinley の限界高度は希薄痕に対するものであるが、McKinley は濃密痕でも希薄痕とほぼ同様であると推定している。これにより、オリオン群の輻射点高度が低く発光点高度が高い時の流星数が少ないのは限界高度以上で発光しているためと説明することができる。従って、オリオン群の出現数を HRO から推定するには、限界高度の影響でエコー数が輻射点高度とともに変化することを考慮しなければならない。

はじめに

前報でふたご群とオリオン群に対してビデオ観測と HRO の比較を試みて、「ビデオ観測でしか捉えられない、逆に HRO でしか捉えられない流星がある」ことを確認した。今回は、ビデオ観測から線電子密度を推定して HRO で観測できるのはどの程度の明るさの流星であるのかを検討する。また、オリオン群で輻射点高度が低く、発光点高度が高い時に電離層の影響があるかもしれないと指摘したが、線電子密度の計算によってそれが具体的にどのようにして生じるのか考察する。

ビデオ観測からの線電子密度の推定

受信した電波の強度からではなく、光学観測から線電子密度を推定するにはいくつもの仮定が必要になる。ここでは古典理論に従って、破砕(fragmentation)、流星体内部への熱伝達を無視して、単純にビデオ観測で得られた絶対光度から流星体の質量を推定し、それをもとにして線電子密度の推定を試みる。

(1)流星体の質量

Öpik(1958)は以下の２つの式を示している。

$$\log m = 10.97 - 1.7\log v - 0.4M_a \quad (m<1\mathrm{g})$$
$$\log m = 10.02 - \log L - \log\tau - 3\log v - 0.4M_a$$

m は質量(g)、v は流星の速度(cm/s)、M_a は流星の絶対光度、L は流星の経路長(cm)、τは発光効率である。Öpik 自身は発光効率を理論的に分析しているが、一般的な流星体は多孔質のダストボールと仮定すれば、

$$\tau=2000/v$$

で表されるとしている。しかし、

$$\tau=kv$$

の形で表されることも多く、McKinley は Whipple (1943)の k=8.5×10^{-5} を紹介しているが、以下では Verniani(1965)の k=5.25×10^{-10}(cgs)を用いることにする。古典理論では cgs 単位系が使われることが多いが、混在することも多いので注意が必要である。また、著者により物理量を表す文字も異なり、Öpik 自身は v でなく w、τでなく βを用いている。著者によっては線電子密度をαでなく q で表し、発光効率をτ_1、イオン化効率をτ_q としているものも多い。以下では、適宜、原著で使われているものではなく、一般的と思われる文字に断りなく置き換えることにする。また、今回扱う流星については、質量が 1g 程度のものが多いので、Öpik の両方の式で質量を計算する。

また、Bronshten(1981)は次の質量を求める式を示している。

$$m = \frac{9}{2}\frac{H^* I}{\tau v^3 \cos z}$$

I は発光エネルギーで Öpik(1958)によると

$$\log I = 9.72 - 0.4M_a$$

であるが、これは erg/s であり、McKinley がこれを W(=J/s)に変換した式を示しており、こちらも使いやすい。

$$M_a = 6.8 - 2.5\log I$$

z は流星経路の天頂からの離角（天頂距離）であり輻射点の天頂高度の補角、H^*はスケール・ハイトと呼ばれ、McKinley によれば、次式で与えられる。これは高度 H における大気圧や大気密度を指数関数として表すために用いられる尺度である。

$$H^* = \frac{RT}{Mg}$$

ここで R は気体定数(=8.314)、T は高度 H における絶対温度(K)、M は高度 H における大気の平均分子量、g は高度 H における重力。McKinley の本に古い値だが T と M は引用されており、これより高度 H=95(km)で T=199.3、M=27.56 を用いることとする。T、M、g が高度 H の関数である以上、スケール・ハイト H^*も高度の関数であるが、ここでは T と M は定数として処理する。また、T や M の値は実際には変動するものであり、得られる推定値にも不確定要素が入り込むのは止むを得ない。

(2)線電子密度

長沢先生が訳されてご自分で製本された冊子を頂いたことを思い出したことが、この発表を後押しした。この冊子の中に Verniani(1973)が導いた式が紹介されている。

$$\alpha = 7.7 \times 10^{-10} m^{0.92} V_g^{3.91} \cos z$$

ここの式だけは、長沢訳のまま v ではなく V_g のまま使うことにする。m も V_g も cgs であるが、与えられる数値は electron/m の単位である。これを SI 単位にした次式を見た人は多いかもしれない。

$$\alpha = 1.57 \times 10^{13} m^{0.92} v^{3.91} \cos x$$

Bronshten は線電子密度について次のような式を与えている。

$$\alpha = \frac{4}{9} \frac{\beta m \cos z}{\mu H^*}$$

μは流星体を構成する原子の平均質量で Öpik によるとμ=3.8×10^{-23}g である。βはイオン化効率で、これについても多くの研究者により様々な提案がなされている。τの推定と同様に、観測からの推計の場合、実験的に鉄であるとか流星体を構成する元素からの推定の場合、観測結果に合わせるように実験値を操作する場合等がある。Bronshten がまとめた一覧表の推定値には 1 桁以上の開きがあり、基本的に鉄の含有量が多いとする場合には高い値となる。ここではスーパーシュミットの観測から Verniani(1965)が示したものを使う。

$$\beta = 9.5 \times 10^{-29} v^4$$

この v も cgs である。Bronshten の線電子密度の式の m に同じく Bronshten による質量の式を代入して整理すると Verniani(1965)が示す次式が得られる。

$$\frac{I}{\alpha} = \frac{\tau}{\beta} v^3 \frac{\mu}{2}$$

質量を求める必要がなければ、こちらの式の方が便利である。

最後に紹介の意味も含めて、Belkovich(2006)が Tokhtasjev のβから誘導した式を示す。2005 年に IMO の'Radio Meteor School'で Belkovich が講演した中にある。

$$\alpha = 4.03 \times 10^{14} \frac{m(v - 8.15)^3}{H^*}$$

以上述べてきたようにビデオ観測で得られた数値から質量や線電子密度を推定する場合には 1 桁程度の誤差が含まれる。このことを踏まえて次項では複数の推計値を示すことにする。

ふたご群とオリオン群のビデオ観測から求めた質量と線電子密度

前項で取り上げた方法によって推定された流星体の質量と線電子密度αを表 1 に示す。ふたご群の流星は前報「HRO とビデオで見たふたご群」の図 4 のエコーのうち、ビデオ観測でも捉えられたものである。また、オリオン群の流星は「オリオン群と HRO」の＜表 1 ：顕著なエコーとそれに対応するビデオ観測＞から選んだものである。Öpik については前述のように 2 通りの質量推定を示し、それに対応する線電子密度を Verniani の式(1973)から求めている。また、Bronshten と Belkovich の線電子密度は Bronshten の質量を使ったものである。

表 1 ：ビデオ観測の絶対等級から求めた質量と線電子密度の方法による違いと 4 等級の流星の推定値。

Time	M_a	IP	class	V_g	m(g)			α(electron/m)			
					Öpik	Öpik	Bronshten	Öpik	Öpik	Bronshten	Belkovich
051251	-1.2	0.001	GEM	33.7	2.16	3.35	0.76	4.1E+16	6.1E+16	1.4E+14	8.7E+14
051425	-0.8	-0.032	GEM	33.7	1.55	1.94	0.55	3.0E+16	3.7E+16	1.0E+14	6.3E+14
051926	-0.1	-0.069	GEM	32.1	0.91	0.99	0.37	1.5E+16	1.6E+16	5.6E+13	3.4E+14
	4			33.4	0.02	0.03	0.01	5.4E+14	7.8E+14	1.3E+12	7.1E+12
012428	-4.3	0.004	ORI	67.5	12.22	21.49	0.96	2.8E+18	4.7E+18	2.7E+15	1.4E+16
025928	-7.2	-0.144	ORI	67.7	168.90	361.51	10.32	4.0E+19	8.1E+19	3.7E+16	1.5E+17
044356	-3.4	0.279	ORI	67.4	5.11	6.90	0.31	1.6E+18	2.1E+18	1.1E+15	4.4E+15
	4			65.4	0.01	0.01	4.3E-04	2.7E+15	3.3E+15	1.3E+12	5.4E+12

質量の推定は、ふたご群の場合にはそれほどの違いはないが、速度の大きいオリオン群では 1 桁の違いになっている。発光効率τの値を Öpik は速度に反比例するとし、Verniani(1965)は比例するとしているためである。オリオン群については Bronshten の値の方が近いと考えられる。

線電子密度は指数表示で表しており、4.1E+16 は 4.1×10^{16}electron/m の意味である。Öpik と Bronshten、Belkovich の値には 2 桁程度の違いがある。どちらの式でも質量による違いは線電子密度に桁が違うほど大きな差を生じないため、Öpik と Bronshten による質量の違いではなく、採用しているイオン化効率βの違いだと考えられる。違いは大きいが、同時観測される流星の線電子密度は濃密痕に該当することが確かめられる。

表 1 には両群の 4 等級の流星について質量と線電子密度を推定したものも示した。Öpik-Verniani による推定値では濃密痕になると予想されるが、Bronshten と Belkovich の推定値では希薄痕となる。大まかに 3~4 等級が濃密痕と希薄痕の境界となるとみてよいであろう。

表 1 のふたご群の流星エコーと、同じ時間帯に記録された同時観測されていないエコーを図 1 に示した。オリオン群の画像は 025928 のエコー及び同じ時間帯に観測されたビデオで同時観測が得られなかったエコーである。ふたご群で同時観測されたものはエコー画像からも濃密痕であることが確認できる。また、オリオン群の 025928 は絶対光度が大火球クラスであるが、観測地点からの経路距離 D が 723(km)と観測限界に近く、エコー強度は弱く、継続時間もはっきりしない。濃密痕を遠方で観測した様子がよく表れていると思われる。

一方でビデオ観測のないものは継続時間がほぼ 1 秒であり、希薄痕の特徴を表している。恐らく、これらは表 1 で示した 4 等級程度の明るさのもので、発信点・受信点を焦点とする回転楕円体面にぴったりと沿った流星であろう。この明るさではビデオ観測が得られないのは当然である。また、エコーの強度的に見て、この程度のエコーが HRO で計数される下限であろうから、HRO で捉えられている流星の光度は 4~5 等級が限界と考えられる。

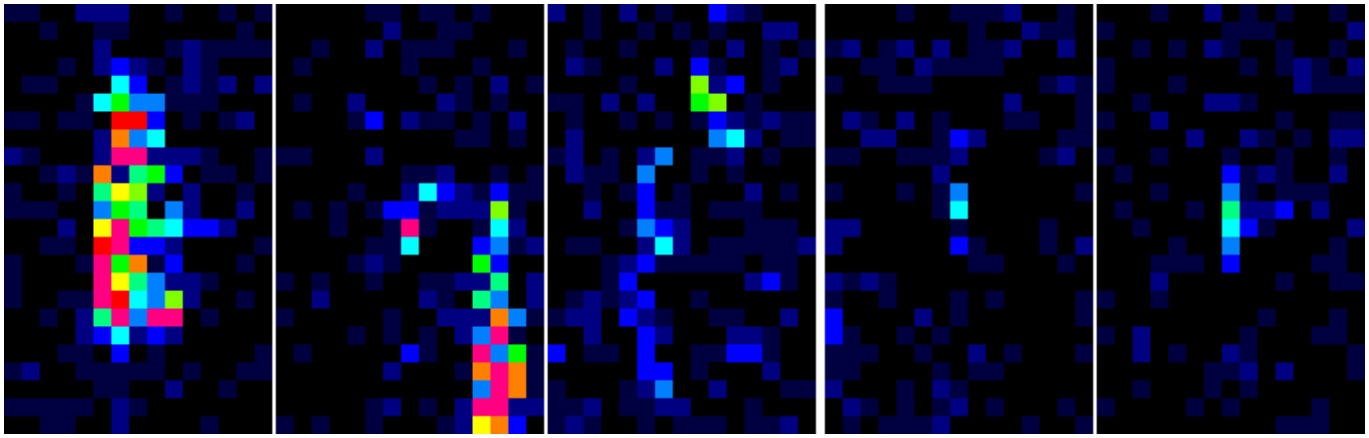


図 1 ：12 月 14 日 05:10~20 (JST)の間に捉えられたエコー。左側の 3 個のエコーはビデオ観測されたもの；051251、051425（中央のもの。右下は別のエコー）、051926。右側の 2 個はビデオ観測されていないもので時刻は 051321（左）、051834（右）。

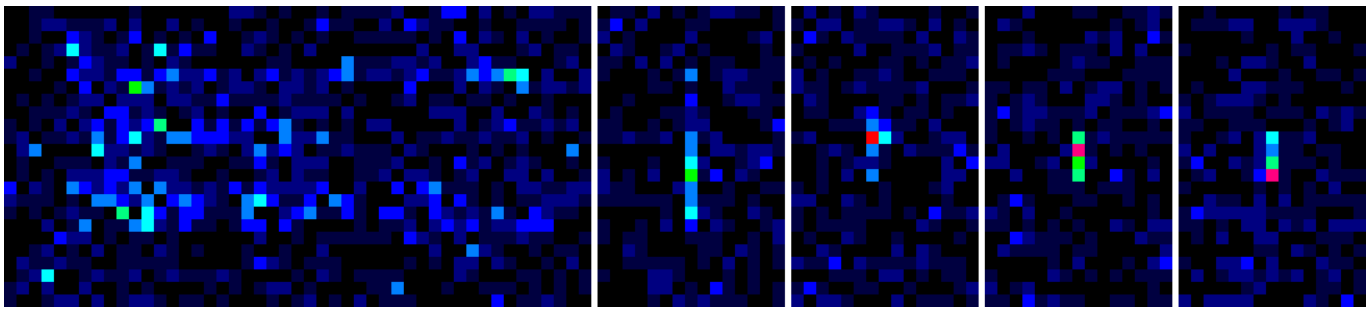


図 2 ：10 月 22 日 02:50~03:00 (JST)の間に捉えられたエコー。左側が表 1 の 025928 に対応するもの。他の 4 つのエコーはビデオ観測されていない。エコーが記録された時刻は左から 025312、025340、025832、025906。

限界高度とオリオン群

Mckinley によると、次式で表される強度減少が 40dB 以上になると流星からのエコーは受信されなくなる。

$$\text{Loss in dB}=970\frac{R_0^{1/2}D}{\lambda^{3/2}V}+343\left(\frac{r_0}{\lambda}\right)^2$$

ここで R_0 はレーダーからの距離(m)、D は痕の拡散係数で、概略、次式で与えられ、H の単位は km である。

$$\log D=0.067H-5.6$$

r_0 は痕の初期半径で、概略、次式で与えられる。

$$\log r_0 = 0.075H - 7.9$$

この式は希薄痕の後方散乱に対するものであるが、McKinley は濃密痕の前方散乱の場合でも準用できるとしている。HRO で一般的な 50MHz の場合について R_0=150(km)と R_0=500(km)を代入して、流星の速度と強度減少が 40dB になる高度を求めたものが図３である。なお、FRO の場合に相当する 80MHz の場合も追加した。それぞれの線から上は強度減少が 40dB 以上になり、流星からのエコーが受信されなくなる。これが限界高度である。50MHz の場合には R_0 が小さいと限界高度が高く、R_0 が大きくなると限界高度が下がる。R_0 による違いはあるが、速度が大きく、発光点の高い流星は捉えにくくなることが説明される。英語では Height Ceiling と呼ばれている現象である。なお、80MHz の方が限界高度は低くなり、高速の流星（発光点高度が高い）ものを捉えにくくなる。これが流星レーダーとして運用されているものの周波数が 30MHz 程度である理由である。

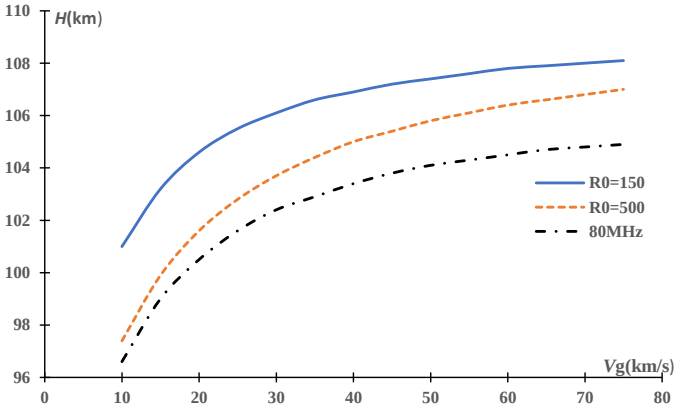


図３：流星の速度と限界高度。

これを別の視点で表したものが図４である。縦軸には線電子密度の対数をとっている。濃密痕と希薄痕の境界について McKinley は 2.4×10^{14}electron/m のほか、1.1×10^{14}electron/m という値も紹介している。およその目安として 14(α=log 10^{14})のところに引いてある線から上は濃密痕の領域である。この図も 50MHz については２通りの R_0 について示している。この図では、それぞれの線の下側は強度減少が 40dB 以上になり、流星エコーを受信できなくなる。50MHz で R_0=150(km)であっても、速度が 60(km/s)以上の流星の希薄痕は捉えられないことがわかる。

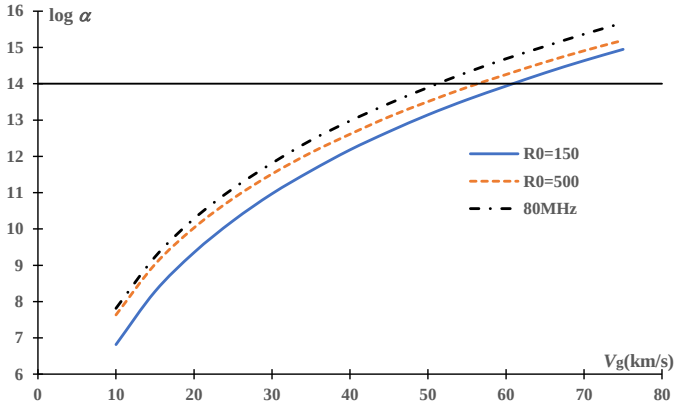


図４：流星の速度と線電子密度。

この限界高度による受信強度の減少によってオリオン群の流星エコー数は輻射点高度が低く、発光点高度の高い時間帯ではビデオ観測されるものに比べて少ないという現象を説明できる。ふたご群の場合は速度が小さく、発光点高度が限界高度よりも低いため、HRO によるエコー数は輻射点高度に左右されないのである。

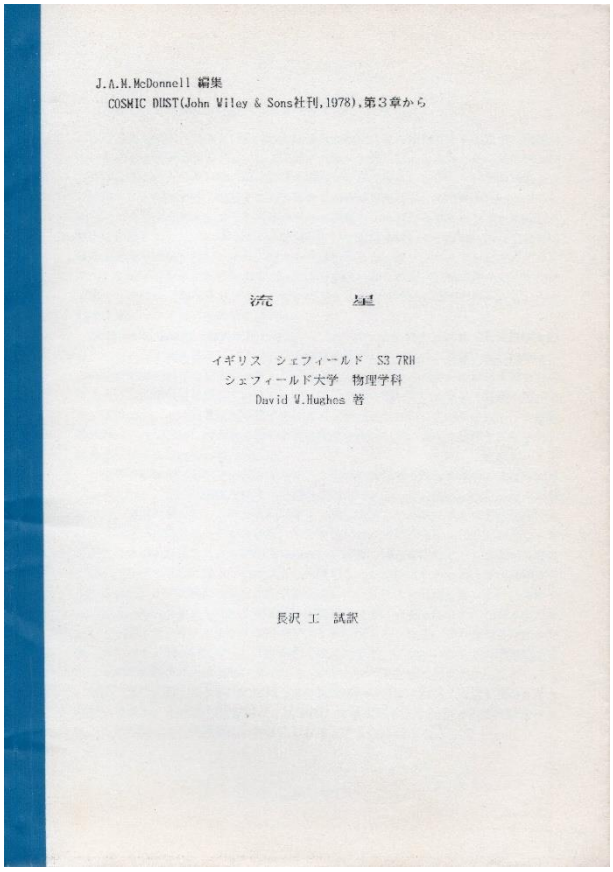


図５：長沢先生による訳本。

参考文献

Bronshten V. A, 1983, Physics of Meteoric Phenomena. Reidel, Dordrecht (原著はロシア語で 1981 年出版).

Belkovich, O.I., 2006,'The physics of meteoroid ablation and the formation of ionized meteor trails.', 21-26, in "Proceedings of the Radio Meteor School".

Jones, W. 1997, 'Theoretical and observational determinations of the ionization coefficient of meteors', Mon. Not. R. Astron. Soc. 288, 995-1003

McKinley, D.W.R. 1961, Meteor Science and Engineering, McGraw-Hill, New York.

Öpik, E.J. 1958, Physics of Meteor Flight in the Atmosphere, Interscience, New York.

Verniani, F. 1965, 'On the luminous Efficiency of Meteors', Smithsonian Contr. Astrophys., 8, 141-172.

Verniani, F. 1973, 'An Analysis of the Physical parameters of 5759 faint radio meteors', J. Geophys. Res., 78, 8429-8462.

Whipple, F.L., 1943, 'Meteors and the earth's upper atmosphere', Rev. Mod. Phys., 15, 246-264.

本文中で紹介した長沢先生の訳本の表紙を紹介します。天文台内の勉強会で使われたもので、海賊訳なので大っぴらにはできませんと書かれていました。

ビデオ観測による流星群データ集(小関正広)
IAUMDCのリストそのままを利用することは難しい。このことはMSSでも何回か触れているが、具体的にどのような流星群リストが望まれるのかは示していなかった。本稿はSonotaCoネットのデータ(2007-18)を利用して、流星群の基礎データを作成することを試みたものである。
　基礎データとして８０群を紹介。流星群がABC順に集録されているが、極大月日順にするとなじみやすいかも知れない。

ビデオ観測による流星群データ集

2020/11/20 改2021/02/13

流星物理セミナー
日本流星研究会　小関正広

はじめに

IAUMDC のリストそのままを利用することは難しい。このことは MSS でも何回か触れているが、具体的にどのような流星群リストが望まれるのかは示していなかった。本稿は SonotaCo ネットのデータ(2007-18)を利用して、流星群の基礎データを作成することを試みたものである。

調査範囲

既に IAUMDC の流星群表の中で、ビデオ観測で確実にとらえられている流星群にどのようなものがあるか、MSS でも 2 度ばかり発表している。今回は、それらを踏まえて対象とする流星群を選んだ。

SonotaCo ネット 10 年間の観測で見た“確定群”2018/Feb.4/MSS
SonotaCo ネットの ALL_SHOWER_NAMES について―――改定・増補への提言 2019/Oct.6 MSS

流星群の活動を認定する方法は何通りもあり、また、どれも長所と短所をもっている。また、眼視、写真、ビデオ、電波によって観測される対象がかなり異なっている。しかも、流星群の活動は時間と共に変化している。さらに流星群と散在流星の活動に明確な境界などあるはずもない。ここでは、2007~18 年に SonotaCo ネットでビデオ観測された流星の中で、筆者の個人的見解により「流星群」として認められたものを取り上げる。基本的には、輻射点の集中が認められ、出現にある程度のまとまりがあることである。

調査方法

(1) 上に掲げた先行研究により、各流星群について最もよく表している IAUMDC リスト内のデータ（輻射点の位置、極大の太陽黄経）を選択する。Nr<=3 及び DR による活動曲線から調査する太陽黄経の範囲を決める（Nr<=3 は、輻射点移動の中心から 3 度以内の輻射点数。DR3、DR10、DR15 は、それぞれ、輻射点移動の中心から 3~6 度、6~10 度、10~15 度に存在する輻射点数に対する輻射点移動の中心から 3 度以内の輻射点数の天球上の面積比を考慮した輻射点密度の比である）。
(2) 選択した輻射点の位置から 3 度以内に入るものを群流星とみなして、分布図の(x, y)座標と太陽黄経との関係を調べる（回帰直線を求める）。
(3) 回帰直線が収束するまで、(2)の作業を続ける。
(4) 収束したものにより、輻射点移動（軌道変化）及び活動曲線を求める。

表 1 に 82 の流星群の概要を示す。流星群名が標準和名になっているものは『確定群』で、英語名のものは’working list’のものである。

表 1 ：基本データ

DR_{max} は近日点黄経 3 度ごと 1 度刻みの移動平均であり、基本的に DR15 の最大値であるが、DR3 を用いた場合には数値の前に*、DR10 の場合には#を付している。N_{max} は 1 度ごと 0.1 度刻みの移動平均であり、データ集の説明で述べた(9)のグラフの最大値である。$\lambda s_{\_DR}$ と$\lambda s_{_N}$ はそれぞれ DR_{max} と N_{max} の近日点黄経であり、両者を勘案して実際の極大に最も近いと推定される値をλs として記載している。出現期間($\lambda start$~λend)は DR の値が 2 を超える期間を目安として示した。α、δ、Vg は輻射点移動を考慮してλs に対する推算値として求めたものである。

Code をクリックすることで該当のページにスキップできる。

No.	Code	Name	DR_{max}	N_{max}	$\lambda s_{\_DR}$	$\lambda s_{\_N}$	λs	λ_{start}	λ_{end}	α	δ	Vg
450	AED	April epsilon Delphinids	28.7	1.3	19.5	19.4	19.4	15	30	307.3	11.4	60.6
27	KSE	へび座κ流星群	23.0	0.8	25.5	25.9	26.0	21	32	247.5	17.9	45.6
21	AVB	おとめ座α流星群	*15.0	0.8	25.5	25.3	28.0	17	41	201.4	3.9	19.3
6	LYR	４月こと座流星群	254.2	43.3	32.5	32.4	32.4	25	39	272.4	33.3	46.8
343	HVI	おとめ座 h 流星群	15.8	1.1	41.5	41.6	41.0	34	44	203.7	-11.4	17.6
31	ETA	みずがめ座η流星群	554.9	39.4	44.5	44.9	45.0	25	75	337.5	-1.1	65.5
145	ELY	こと座η流星群	40.8	3.4	50.5	49.4	49.6	46	55	290.6	43.5	43.9
152	NOC	くじら座ω北昼間流星群	55.1	0.3	52.5	53.7	53.0	44	63	17.1	19.7	40.1
171	ARI	おひつじ座昼間流星群	151.6	0.6	73.5	73.8	73.8	68	86	41.4	23.7	40.5
431	JIP	６月ペガスス座 ι 流星群	16.8	2.0	94.5	93.8	93.8	93.4	95.4	331.5	29.3	58.6
372	PPS_0	うお座φ流星群	21.8	1.4	97.5	92.5	94.0	82	103	9.9	21.4	66.5
165	SZC	６月わし座南流星群	75.8	0.9	103.5	108.2	104.0	95	110	318.3	-27.0	39.7

533	JXA	７月おひつじ座ξ流星群	34.4	1.1	102.5	108.5	105.5	93	125	32.7	7.8	68.4
372	PPS_1	うお座φ流星群	12.4	1.8	110.5	108.2	108.0	101	120	20.7	27.9	65.9
175	JPE	７月ペガスス座流星群	26.5	2.8	110.5	108.4	108.4	102	136	347.8	10.8	64.1
411	CAN	アンドロメダ座ｃ流星群	19.7	1.2	110.5	109.7	110.0	91	118	32.6	48.3	56.9
164	NZC	６月わし座北流星群	89.6	1.4	101.5	112.7	113.0	81	129	319.4	-2.4	37.7
444	ZCS	zeta Cassiopeiids	27.3	4.2	112.5	113.5	113.5	105	120	7.4	50.9	57.2
184	GDR	７月りゅう座γ流星群	82.7	3.0	125.5	125.3	125.3	121	131	280.4	50.6	27.3
5	SDA	みずがめ座δ南流星群	227.7	22.8	126.5	127.6	127.6	116	148	340.3	-16.3	40.3
1	CAP	やぎ座α流星群	85.3	7.8	127.5	127.5	128.0	105	142	306.4	-9.1	22.0
191	ERI	エリダヌス座η流星群	32.4	3.3	127.5	134.5	134.0	108	168	40.9	-13.0	63.9
183	PAU	みなみのうお座流星群	4.8	0.8	136.5	135.0	135.0	129	138	353.3	-20.2	43.0
7	PER	ペルセウス座流星群	660.3	296.3	139.5	140.0	140.0	112	159	48.1	58.0	58.8
12	KCG	はくちょう座κ流星群	19.7	2.5	145.5	141.7	141.0	129	154	286.2	50.2	22.2
	AXD	August xi Draconids	8.2	1.7	140.5	141.6	142.0	132	155	276.4	53.6	20.3
26	NDA	みずがめ座δ北流星群	14.5	2.4	147.5	148.7	148.0	127	166	352.6	4.4	38.2
197	AUD	８月りゅう座流星群	14.5	1.5	154.5	153.2	153.0	140	166	259.1	62.8	21.3
523	AGC	August gamma Cepheids	12.1	1.4	155.5	155.4	155.5	150	161	358.6	76.8	43.8
206	AUR	ぎょしゃ座流星群	#21.3	2.3	157.5	158.5	158.4	149	166	91.0	39.2	65.4
33	NIA	みずがめ座ι北流星群	6.4	1.3	160.5	168.0	162.0	153	183	358.5	3.3	29.9
208	SPE	９月ペルセウス座ε流星群	37.7	15.5	166.5	167.2	167.2	160	189	47.8	39.5	64.2
337	NUE	エリダヌス座ν流星群	8.9	1.9	169.5	168.3	168.0	158	181	68.2	0.7	65.7
81	SLY_0	September Lyncids	9.9	1.5	168.5	168.1	168.0	163	176	108.8	55.8	59.3
81	SLY_1	September Lyncids	4.5	0.8	187.5	187.9	185.0	173	190	110.9	47.9	65.4
221	DSX	ろくぶんぎ座昼間流星群	96.4	0.3	189.5	190.0	190.0	183	196	156.8	-3.3	32.1
281	OCT	１０月きりん座流星群	23.6	9.5	191.5	192.7	192.7	192.1	192.8	167.3	78.6	45.4
333	OCU	１０月おおぐま座流星群	41.7	4.5	202.5	202.5	202.5	200	207	145.3	64.2	55.3
23	EGE	ふたご座ε流星群	*4.7	3.5	204.5	207.9	205.0	191	219	100.8	28.2	68.5
2	STA_SE	おうし座南流星群	38.6	7.3	199.5	207.6	205.0	180	230	39.0	10.5	28.2
480	TCA	tau Cancrids	6.6	1.8	206.5	207.3	207.0	183	224	137.3	29.7	67.1
22	LMI	こじし座流星群	58.4	5.3	209.5	207.9	208.0	198	223	158.8	37.2	61.4
8	ORI	オリオン座流星群	255.7	172.3	207.5	208.0	208.0	183	240	95.2	15.6	66.1
524	LUM	おおぐま座λ流星群	8.7	1.6	214.5	214.5	214.7	207	219	158.0	49.4	60.8
526	SLD	りゅう座λ南流星群	9.8	2.4	221.5	221.4	221.4	219	225	161.3	68.2	48.6
388	CTA	おうし座χ流星群	#4.2	1.7	222.5	221.9	222.0	210	231	63.9	27.2	40.1
445	KUM	おおぐま座κ流星群	13.7	6.3	223.5	223.0	223.0	220	230	144.2	45.6	64.7
2	STA_SF	おうし座南流星群	72.2	17.6	221.5	223.0	223.0	198	256	53.7	14.4	27.7
18	AND	アンドロメダ座流星群	15.6	1.8	230.5	224.1	230.0	213	245	22.2	32.0	16.9
17	NTA	おうし座北流星群	52.1	15.0	229.5	232.4	230.0	200	260	58.7	22.8	27.6
338	OER	エリダヌス座ο流星群	11.4	1.1	243.5	224.5	231.0	210	250	58.6	-1.0	27.7
13	LEO	しし座流星群	120.4	49.3	235.5	235.9	236.0	213	258	154.2	21.6	70.0
246	AMO	いっかくじゅう座α流星群	6.9	2.2	240.5	239.8	239.8	237	243	117.6	0.7	61.6
488	NSU	November sigma Ursae Majorids	5.9	1.8	242.5	241.8	242.0	240	245	148.9	59.0	54.5
250	NOO	１１月オリオン座流星群	34.5	9.8	249.5	249.4	248.0	228	265	91.4	15.4	42.3
340	TPY_0	theta Pyxidids	15.7	2.9	248.5	249.4	249.4	246	254	138.7	-25.6	59.7
257	ORS	オリオン座χ南流星群	4.4	2.3	253.5	253.3	250.0	232	265	78.9	18.1	26.5
336	DKD	１２月りゅう座κ流星群	38.3	6.3	250.5	250.9	250.9	247	261	186.1	70.7	43.4
339	PSU	おおぐま座ψ流星群	7.4	3.3	251.5	252.0	252.0	247	259	168.8	43.9	60.8
502	DRV	Decemberrho Virginids	8.8	1.7	252.5	253.4	253.4	247	271	185.5	12.9	68.2
16	HYD	うみへび座σ流星群	103.2	22.3	254.5	252.6	255.0	240	284	124.3	2.9	58.8
19	MON	１２月いっかくじゅう座流星群	59.4	10.3	257.5	258.6	259.0	241	273	101.0	8.2	41.0
529	EHY	うみへび座η流星群	7.9	3.0	260.5	261.6	260.0	244	281	135.4	1.8	61.8
335	XVI	１２月おとめ座χ流星群	#35.4	2.2	259.5	256.4	260.0	244	279	189.4	-9.3	68.2
4	GEM	ふたご座流星群	705.9	860.6	262.5	262.1	262.0	237	273	113.5	32.3	33.8
340	TPY_3	theta Pyxidids	7.3	1.9	265.5	266.6	266.6	256	288	154.3	-24.4	62.5
20	COM	かみのけ座流星群	33.3	18.8	267.5	266.1	267.0	249	320	160.4	31.1	63.0
428	DSV	12 月おとめ座σ流星群	11.7	2.1	263.5	276.3	270.0	244	304	207.2	4.6	66.1

15	URS	こぐま座流星群	97.8	25.3	270.5	270.4	270.5	261	273	219.0	75.3	33.0
97	SCC	かに座δ南流星群	4.2	1.1	275.5	274.6	275.0	273	287	105.3	17.6	26.9
319	JLE	１月しし座流星群	6.7	1.9	282.5	282.0	282.0	277	287	147.5	23.9	52.0
10	QUA	しぶんぎ座流星群	289.1	234.2	283.5	283.3	283.3	275	296	230.0	49.7	40.2
331	AHY	うみへび座α流星群	52.2	2.3	285.5	286.4	285.0	264	302	127.9	-8.4	43.3
515	OLE	omicron Leonids	7.0	1.3	289.5	289.0	289.0	269	302	137.7	9.6	41.7
96	NCC	かに座δ北流星群	4.0	1.3	287.5	290.1	290.0	274	307	122.0	22.5	27.6
323	XCB	かんむり座ξ流星群	16.1	0.7	294.5	297.3	295.0	289	300	249.9	30.0	45.5
341	XUM	１月おおぐま座ξ流星群	32.3	4.7	298.5	299.1	299.0	294	301	169.6	32.4	40.9
530	ECV	からす座η流星群	6.6	1.5	298.5	304.4	301.0	287	316	190.7	-17.7	67.6
429	ACB	alpha Coronae Borealids	9.3	2.8	308.5	307.4	307.4	306	316	231.1	28.1	56.5
110	AAN	ポンプ座α流星群	5.5	0.5	313.5	313.1	313.1	302	317	158.3	-9.9	44.3
346	XHE	ヘルクレス座 x 流星群	15.6	1.8	350.5	351.3	351.3	346	360	254.4	48.6	35.4
11	EVI	おとめ座η流星群	22.6	2.3	358.5	356.9	357.0	348	5	185.3	3.3	27.0

本稿で取り上げなかった「流星群」

AAN（ポンプ座α流星群）は『確定群』とされているが、本稿で『流星群』として認定したものの中で基準をかろうじて満たした下限に近いものである。AAN は輻射点分布図ではある程度の集中があるが、出現グラフで明瞭な極大は認められない。かろうじて DR10 と DR15 のグラフでそれらしき変化が見られるだけで、Nr<=3 では変化の幅が大きくて流星群の活動と認めるのは難しい。右下に示した Nr<=3 と活動推算グラフの縦軸は、SonotaCo ネットでほぼ一晩に捉えられる同時流星を表しており、AAN では極大あたりで１日１個以下である。IAUMDC のリストにある AAN の主要な観測は電波であり、ビデオと電波で観測される流星の違いを表しているとも言える。

本稿で取り上げた流星群は IAUMDC のリストのほんの一部であり、取り上げなかったものはほぼ AAN 以下の活動である。今後、AAN 程度あるいはそれ以下の流星活動について補足をする予定ではあるが、それらは必ずしも散在流星の活動と明瞭に判別できる「流星群」とは限らないであろう。

流星群データ集の説明

表１に示したλs（推定極大の太陽黄経）順に掲げる。最初の AED を例にデータ集の記載について説明する。

(1) 第１行目は IAUMDC のリスト中で各流星群の最初に掲載されているものの要点。AED が IAUMDC で 450 番目に掲載され、輻射点の赤道座標(α, δ)が(307.2, 11.8)であり、極大の太陽黄経が 20.2 であることを示す。これらの値は各流星群の代表値として用いられることが多いが、以下に述べるように代表値としては適切でない場合が多い。本稿で代表値としたものは活動グラフ下に示した。

(2) 輻射点分布図（左）は最終的に求められた輻射点移動を考慮したもので調査期間内のものである。

(3) 活動グラフ（右）には以下に示すような活動度を表す指標をグラフにしたものである。なお、調査期間外については、輻射点移動を外挿して求めた推算値である。

(4) Code、λs、λ-λs、βは本稿で使用した IAUMDC のデータ。AED00 は IAUMDC で第１行目に記載されていることを示す。なお、＊のついたものは独自の値を利用している。また、KCG 及びそれに関連する AUD、AXD(仮称 August ξ-Draconids)と STA については少し異なる分析方法を用いている。具体的には各流星群の項目を参照されたい。

(5) Δr, $\Delta\lambda s$ はそれぞれ、輻射点移動の中心から群流星と判定する距離、調査範囲の太陽黄経の半値幅。

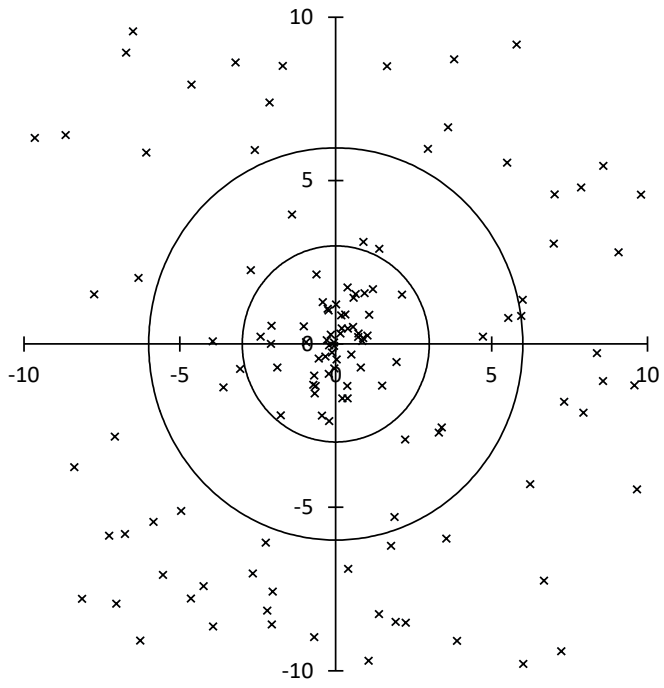
(6) λs と max はグラフ中で最大となる Nr<=3、DR3、DR10、DR15 の値と対応する太陽黄経である。４通りのグラフで極大が一致しないことが多いが、それぞれの特性を考慮して、実際の極大がどこにあるか、考える必要がある。また、DR は太陽黄経３度幅の移動平均なので、極大幅が広く表示されている。

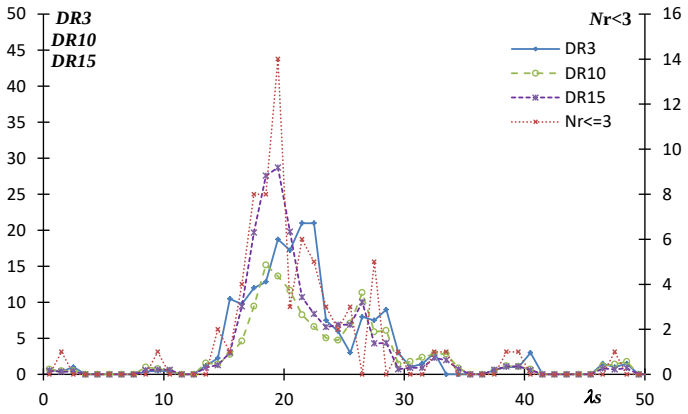
(7) 輻射点移動を考慮した、輻射点の位置及び、それに基づいた軌道要素。なお、太陽黄経は等間隔とは限らないことに注意が必要である。参考として想定される活動期間の外側も記している。

(8) 輻射点移動の中心からΔr またはΔx、Δy で示した範囲内の輻射点数の年別分布。

(9) 太陽黄経１度以内に得られた輻射点移動の中心から３度以内の輻射点数の太陽黄経 0.1 度ごとの移動平均。観測年数 12 年で除してあるので、縦軸はほぼ１日当たり得られる同時流星数を意味する。図中の曲線は流星群の軌道から推定した出現の消長である。推定方法の詳細は省略する。

#0450AED April epsilon Delphinids α=307.2, δ=11.8, λs=20.2

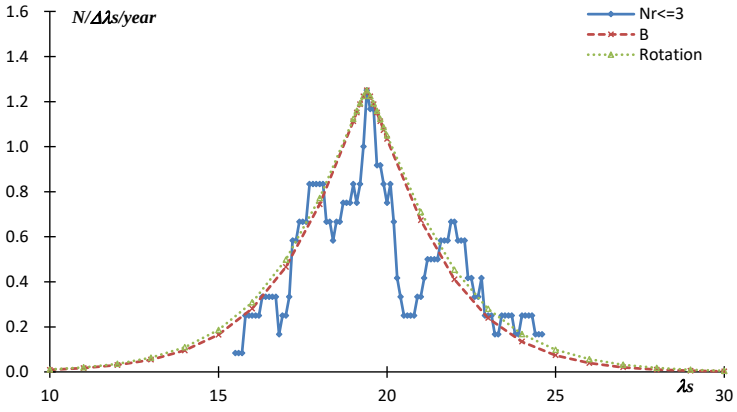




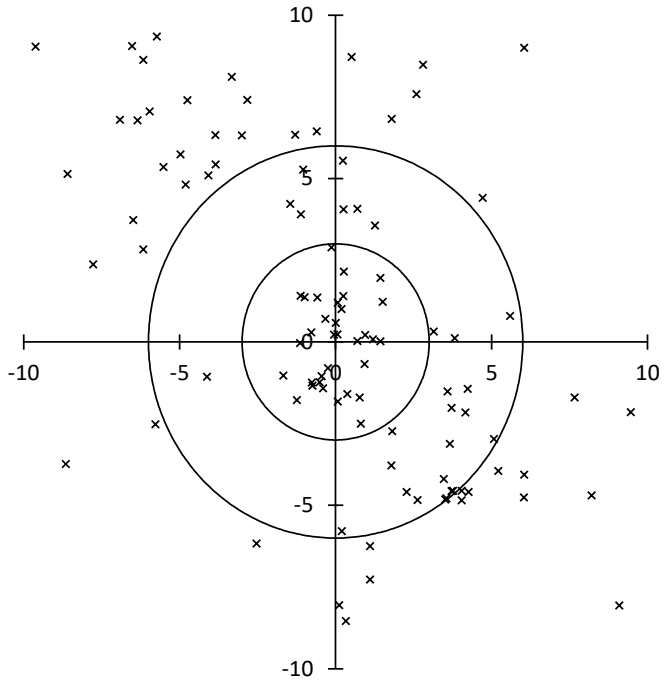
Code	λs	λ-λs	β
AED00	20.2	292.8	29.9
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	19.5	14	
DR3	21.5	21.0	
DR10	18.5	15.2	
DR15	19.5	28.7	

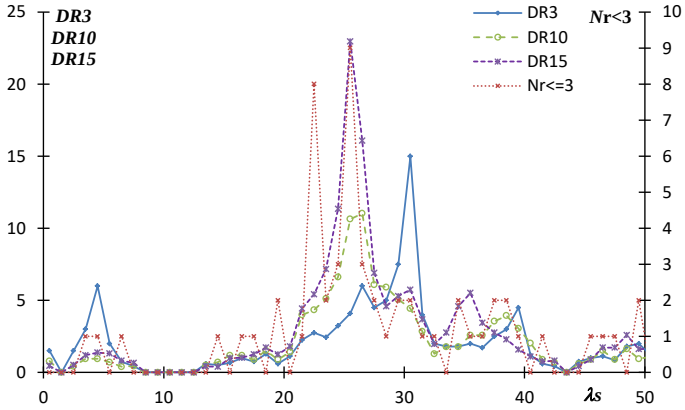
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
10	292.2	26.3	298.7	6.0	61.0	0.872	0.701	127.6	111.1	10.0	247.7	47.6	5.48
11	292.3	26.7	299.6	6.6	61.0	0.879	0.703	127.0	111.5	11.0	247.8	48.0	5.82
12	292.5	27.0	300.5	7.1	60.9	0.886	0.705	126.4	111.9	12.0	247.9	48.3	6.21
13	292.6	27.3	301.5	7.7	60.9	0.894	0.707	125.8	112.3	13.0	248.0	48.7	6.66
14	292.8	27.7	302.4	8.3	60.8	0.901	0.709	125.2	112.7	14.0	248.1	49.0	7.18
15	292.9	28.0	303.3	8.8	60.8	0.909	0.710	124.6	113.0	15.0	248.1	49.3	7.80
16	293.1	28.3	304.2	9.4	60.7	0.917	0.712	123.9	113.4	16.0	248.2	49.6	8.54
17	293.2	28.7	305.1	10.0	60.7	0.924	0.714	123.3	113.8	17.0	248.2	49.8	9.45
18	293.4	29.0	306.0	10.6	60.6	0.932	0.716	122.8	114.2	18.0	248.3	50.1	10.59
19	293.5	29.4	306.9	11.2	60.6	0.940	0.718	122.2	114.6	19.0	248.3	50.3	12.05
20	293.7	29.7	307.8	11.8	60.5	0.949	0.720	121.6	115.0	20.0	248.3	50.6	14.00
21	293.8	30.0	308.7	12.4	60.5	0.957	0.722	121.0	115.4	21.0	248.3	50.8	16.72
22	294.0	30.4	309.6	13.0	60.4	0.965	0.724	120.4	115.8	22.0	248.3	51.0	20.79
23	294.1	30.7	310.4	13.6	60.4	0.974	0.726	119.8	116.2	23.0	248.3	51.1	27.57
24	294.3	31.1	311.3	14.3	60.3	0.982	0.728	119.2	116.6	24.0	248.3	51.3	41.03
25	294.5	31.4	312.2	14.9	60.3	0.991	0.731	118.7	117.0	25.0	248.3	51.4	80.74
26	294.6	31.7	313.0	15.5	60.2	1.000	0.733	118.1	117.4	26.0	248.3	51.6	3203.83
27	294.8	32.1	313.9	16.2	60.2	1.009	0.735	117.5	117.8	27.0	248.2	51.7	-84.42
28	294.9	32.4	314.7	16.8	60.1	1.018	0.737	117.0	118.2	28.0	248.2	51.8	-41.52
29	295.1	32.7	315.6	17.5	60.1	1.027	0.739	116.4	118.6	29.0	248.2	51.9	-27.46
30	295.3	33.1	316.4	18.1	60.0	1.036	0.741	115.8	119.0	30.0	248.2	51.9	-20.49

Year	N
2007	1
2008	0
2009	9
2010	3
2011	5
2012	3
2013	5
2014	10
2015	2
2016	5
2017	4
2018	7
Total	54



#0027KSE kappa Serpentids α=230.6, δ=17.8, λs=15.7 注釈を読む

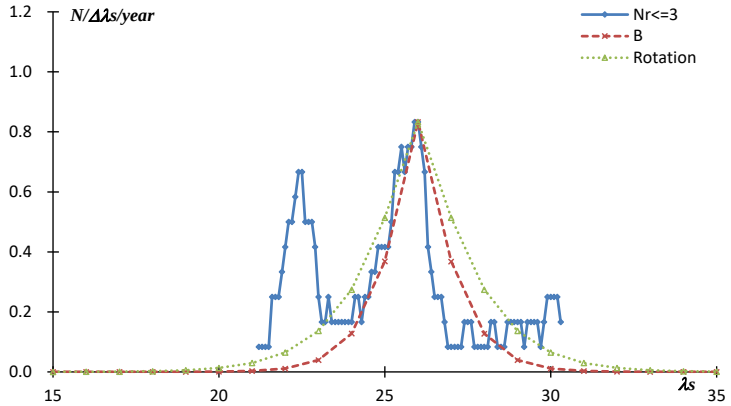




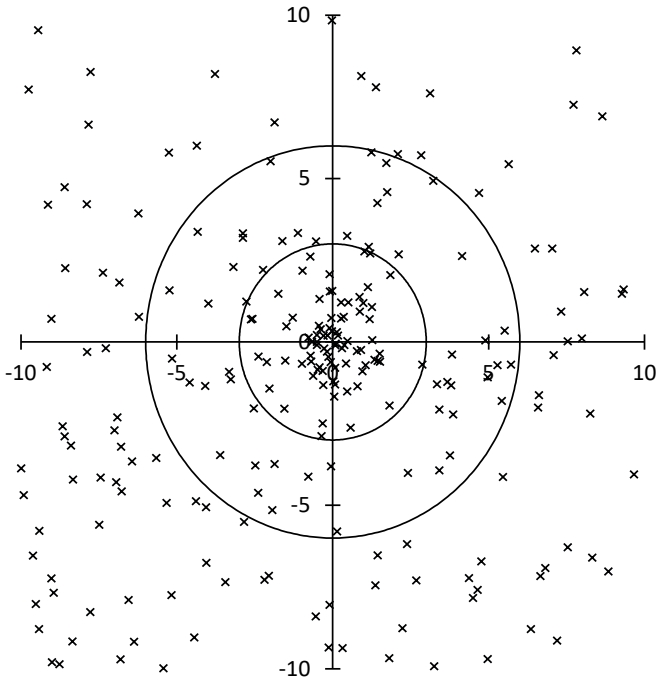
Code	λs	λ-λs	β
KSE03	25.9	216.7	38.3
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	25.5	9	
DR3	29.5	7.5	
DR10	26.5	11.0	
DR15	25.5	23.0	

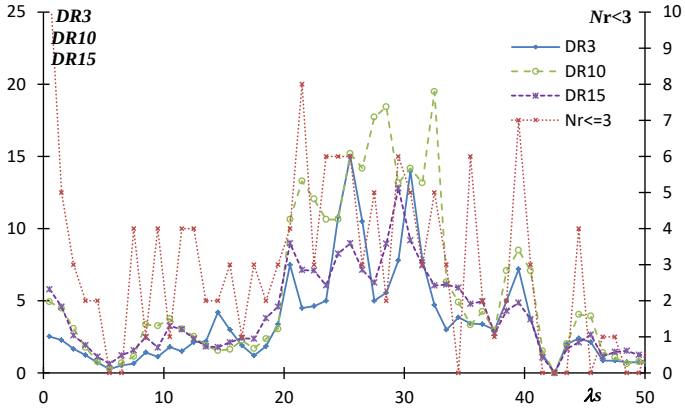
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
15	218.3	36.4	239.9	16.7	48.1	0.984	0.482	78.7	272.6	15.0	297.8	-78.4	29.51
16	218.1	36.6	240.6	16.8	47.9	0.981	0.486	78.1	272.2	16.0	296.5	-77.9	26.12
17	217.9	36.9	241.3	16.9	47.7	0.979	0.490	77.6	271.8	17.0	295.4	-77.4	23.46
18	217.7	37.1	242.0	17.0	47.4	0.977	0.494	77.0	271.4	18.0	294.4	-76.9	21.30
19	217.5	37.4	242.7	17.1	47.2	0.974	0.498	76.5	271.1	19.0	293.6	-76.4	19.53
20	217.3	37.6	243.4	17.2	47.0	0.972	0.502	75.9	270.7	20.0	292.8	-75.9	18.04
21	217.1	37.9	244.1	17.3	46.7	0.970	0.506	75.4	270.3	21.0	292.2	-75.4	16.78
22	216.9	38.2	244.8	17.4	46.5	0.967	0.510	74.9	269.9	22.0	291.7	-74.9	15.69
23	216.7	38.4	245.5	17.5	46.3	0.965	0.514	74.4	269.5	23.0	291.3	-74.4	14.74
24	216.5	38.7	246.2	17.6	46.0	0.963	0.518	73.8	269.1	24.0	290.9	-73.8	13.90
25	216.3	38.9	246.9	17.8	45.8	0.960	0.523	73.3	268.7	25.0	290.6	-73.3	13.17
26	216.0	39.2	247.5	17.9	45.6	0.958	0.527	72.8	268.4	26.0	290.4	-72.7	12.51
27	215.8	39.4	248.2	18.0	45.3	0.955	0.531	72.3	268.0	27.0	290.3	-72.2	11.92
28	215.6	39.7	248.9	18.2	45.1	0.953	0.535	71.8	267.6	28.0	290.2	-71.6	11.38
29	215.4	39.9	249.6	18.3	44.8	0.951	0.539	71.3	267.2	29.0	290.2	-71.1	10.90
30	215.2	40.2	250.2	18.4	44.6	0.948	0.543	70.8	266.8	30.0	290.2	-70.6	10.46
31	214.9	40.4	250.9	18.6	44.4	0.946	0.548	70.3	266.4	31.0	290.3	-70.0	10.05
32	214.7	40.7	251.5	18.7	44.1	0.943	0.552	69.8	265.9	32.0	290.4	-69.4	9.68
33	214.5	40.9	252.2	18.9	43.9	0.940	0.556	69.4	265.5	33.0	290.5	-68.9	9.34
34	214.3	41.2	252.8	19.0	43.7	0.938	0.560	68.9	265.1	34.0	290.7	-68.3	9.02
35	214.0	41.5	253.5	19.2	43.4	0.935	0.565	68.4	264.7	35.0	290.9	-67.8	8.73

Year	N
2007	1
2008	1
2009	0
2010	0
2011	2
2012	2
2013	2
2014	4
2015	2
2016	7
2017	7
2018	5
Total	33



#0021AVB alpha Virginids α=179.9, δ=-7.7, λs=28 注釈を読む

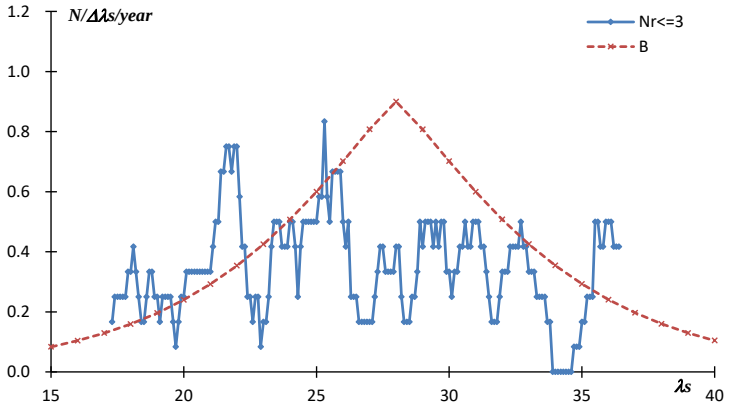




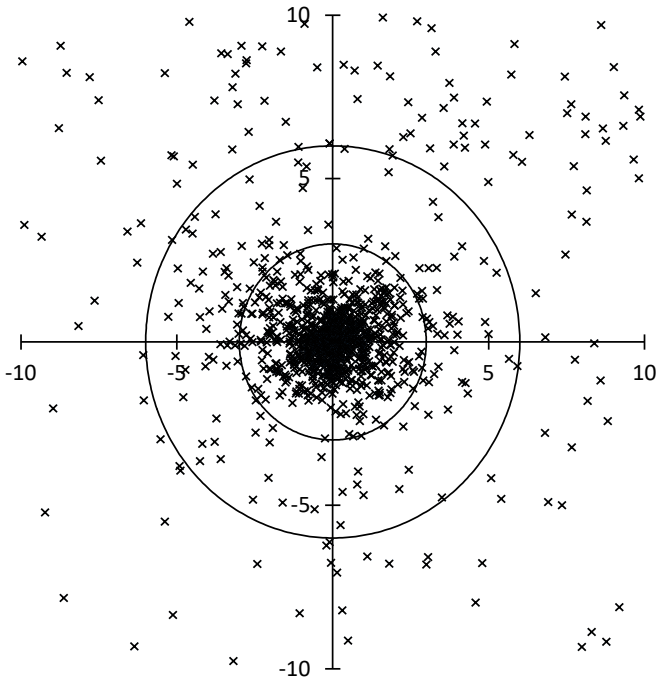
Code	λs	λ-λs	β
AVB04	27*	168.7	11.8
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	21.5	8	
DR3	25.5	15.0	
DR10	32.5	19.5	
DR15	29.5	12.8	

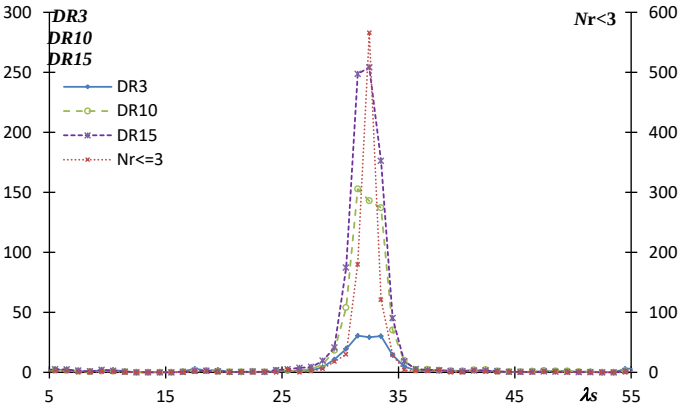
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λΠ	βΠ	a
15	176.2	9.6	194.1	4.4	21.2	0.729	0.642	6.5	261.4	15.0	276.3	-6.4	2.37
17	175.3	10.0	195.2	4.3	20.9	0.728	0.655	6.6	259.6	17.0	276.6	-6.5	2.41
19	174.4	10.4	196.4	4.3	20.6	0.727	0.668	6.7	257.9	19.0	276.8	-6.5	2.44
20	174.0	10.5	196.9	4.2	20.5	0.726	0.675	6.7	257.1	20.0	277.0	-6.5	2.46
21	173.5	10.7	197.5	4.2	20.3	0.725	0.681	6.7	256.2	21.0	277.1	-6.6	2.48
22	173.1	10.9	198.1	4.1	20.2	0.725	0.687	6.8	255.4	22.0	277.3	-6.6	2.50
23	172.6	11.1	198.6	4.1	20.0	0.724	0.694	6.8	254.6	23.0	277.5	-6.6	2.51
24	172.1	11.3	199.2	4.1	19.9	0.724	0.700	6.9	253.8	24.0	277.6	-6.6	2.53
25	171.7	11.5	199.8	4.0	19.7	0.723	0.706	6.9	252.9	25.0	277.8	-6.6	2.55
26	171.2	11.7	200.3	4.0	19.6	0.722	0.712	6.9	252.1	26.0	278.0	-6.6	2.56
27	170.8	11.8	200.9	4.0	19.4	0.722	0.718	6.9	251.3	27.0	278.2	-6.6	2.58
28	170.3	12.0	201.4	3.9	19.3	0.721	0.724	7.0	250.5	28.0	278.4	-6.6	2.59
29	169.9	12.2	202.0	3.9	19.2	0.720	0.729	7.0	249.7	29.0	278.6	-6.6	2.61
30	169.4	12.4	202.6	3.9	19.0	0.719	0.735	7.0	249.0	30.0	278.8	-6.6	2.62
31	168.9	12.6	203.1	3.8	18.9	0.718	0.741	7.0	248.2	31.0	279.0	-6.5	2.63
32	168.5	12.7	203.7	3.8	18.7	0.718	0.746	7.1	247.4	32.0	279.3	-6.5	2.64
33	168.0	12.9	204.2	3.8	18.6	0.717	0.752	7.1	246.7	33.0	279.5	-6.5	2.65
34	167.5	13.1	204.8	3.8	18.4	0.716	0.757	7.1	245.9	34.0	279.7	-6.5	2.66
35	167.1	13.3	205.3	3.7	18.3	0.715	0.763	7.1	245.2	35.0	280.0	-6.5	2.67
36	166.6	13.4	205.9	3.7	18.1	0.714	0.768	7.1	244.4	36.0	280.3	-6.4	2.68
37	166.2	13.6	206.4	3.7	18.0	0.713	0.773	7.1	243.7	37.0	280.5	-6.4	2.69

Year	N
2007	1
2008	5
2009	9
2010	2
2011	9
2012	3
2013	7
2014	11
2015	5
2016	6
2017	13
2018	10
Total	81



#0006LYR April Lyrids α=272.0. δ=33.3, λs=32.4

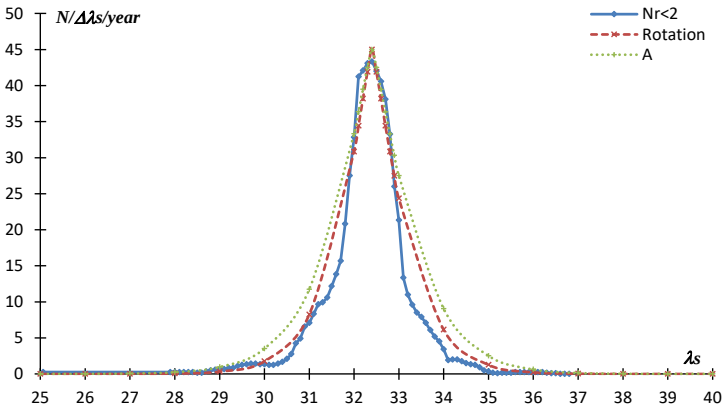




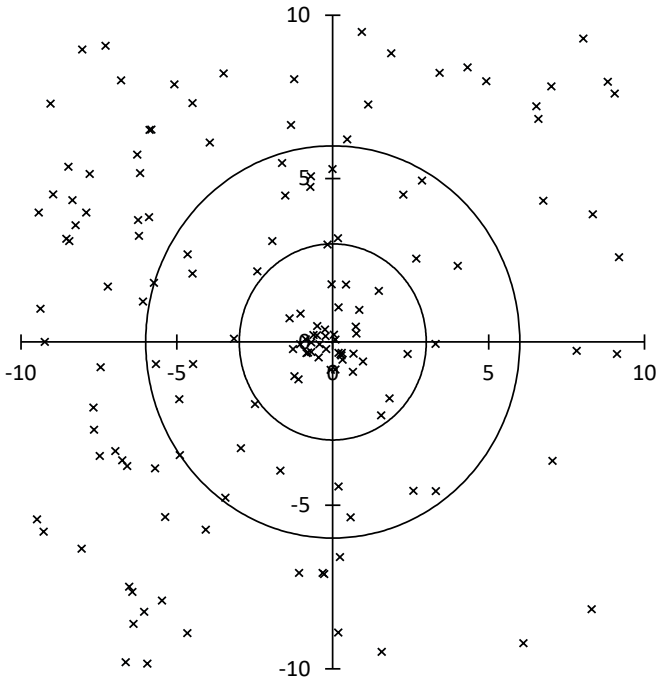
Code	λs	λ-λs	β
LYR03	32.4	240.6	56.7
Δr=	2		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	32.5	566	
DR3	31.5	30.6	
DR10	31.5	152.8	
DR15	32.5	254.2	

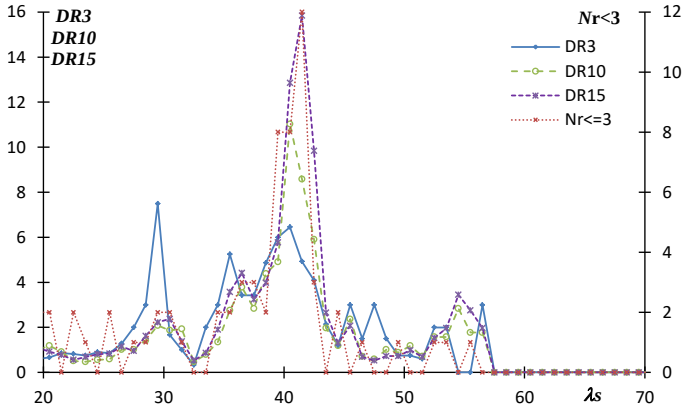
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
25	235.6	58.8	264.0	35.5	44.2	0.930	0.908	74.0	216.6	25.0	216.5	-34.9	13.07
26	236.4	58.5	265.1	35.2	44.5	0.933	0.910	74.8	216.3	26.0	216.9	-34.8	13.67
27	237.2	58.2	266.3	34.9	44.9	0.936	0.911	75.6	215.9	27.0	217.3	-34.6	14.35
28	238.0	58.0	267.4	34.6	45.2	0.940	0.913	76.3	215.6	28.0	217.6	-34.5	15.11
29	238.7	57.7	268.5	34.3	45.6	0.943	0.915	77.1	215.3	29.0	218.0	-34.3	15.97
30	239.5	57.4	269.7	34.0	45.9	0.946	0.916	77.8	215.0	30.0	218.4	-34.1	16.96
31	240.2	57.1	270.8	33.7	46.3	0.949	0.918	78.6	214.6	31.0	218.8	-33.8	18.09
32	241.0	56.8	271.9	33.4	46.6	0.953	0.920	79.4	214.3	32.0	219.2	-33.6	19.42
32.2	241.1	56.8	272.2	33.3	46.7	0.953	0.920	79.5	214.2	32.2	219.2	-33.5	19.71
32.4	241.3	56.7	272.4	33.3	46.8	0.954	0.921	79.7	214.1	32.4	219.3	-33.5	20.02
32.6	241.4	56.6	272.6	33.2	46.8	0.955	0.921	79.8	214.0	32.6	219.4	-33.4	20.33
32.8	241.6	56.6	272.9	33.2	46.9	0.955	0.922	80.0	214.0	32.8	219.5	-33.4	20.65
33	241.7	56.5	273.1	33.1	47.0	0.956	0.922	80.1	213.9	33.0	219.6	-33.3	20.99
34	242.4	56.2	274.2	32.9	47.3	0.960	0.924	80.9	213.5	34.0	220.0	-33.0	22.88
35	243.1	55.9	275.4	32.6	47.7	0.963	0.926	81.7	213.1	35.0	220.4	-32.7	25.19
36	243.8	55.6	276.5	32.4	48.0	0.967	0.928	82.4	212.7	36.0	220.8	-32.4	28.10
37	244.5	55.3	277.7	32.2	48.4	0.971	0.930	83.2	212.3	37.0	221.3	-32.1	31.85
38	245.2	55.0	278.9	31.9	48.7	0.975	0.932	84.0	211.9	38.0	221.7	-31.7	36.89
39	245.8	54.6	280.0	31.7	49.1	0.979	0.934	84.8	211.5	39.0	222.2	-31.3	44.02
40	246.5	54.3	281.2	31.5	49.4	0.983	0.936	85.5	211.0	40.0	222.7	-30.9	54.88

Year	N
2007	3
2008	57
2009	72
2010	15
2011	27
2012	9
2013	131
2014	106
2015	103
2016	24
2017	125
2018	138
Total	810



#0343HVI h Virginids α=204.2, δ=-11.6, λs=39.0 注釈を読む

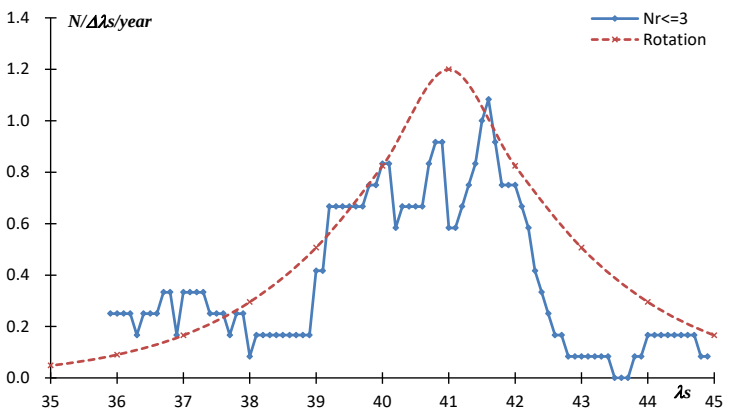




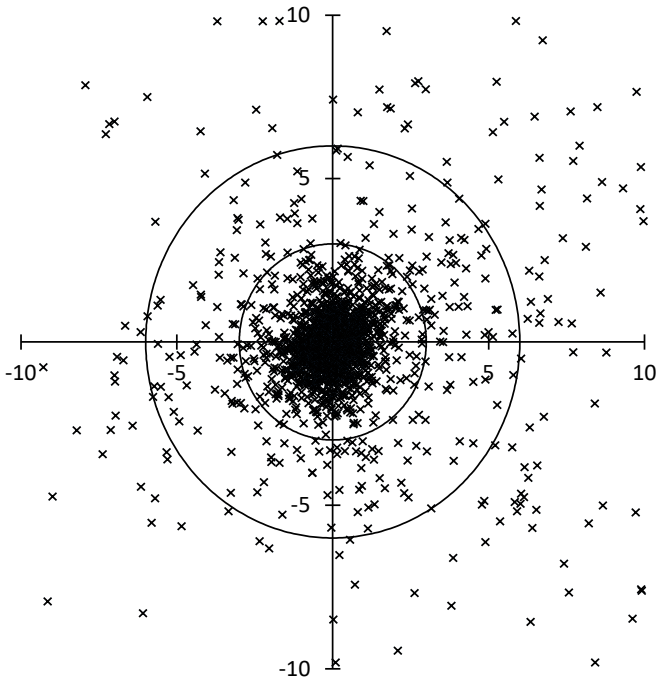
Code	λs	λ-λs	β
HVI03	40.6	165.6	-1.3
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	41.5	12	
DR3	40.5	6.5	
DR10	40.5	11.0	
DR15	41.5	15.8	

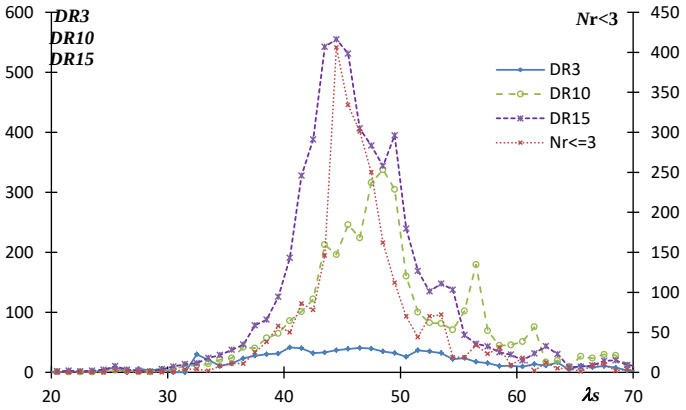
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
30	173.3	-0.8	201.2	-9.8	20.2	0.730	0.675	0.5	77.2	210.0	287.2	0.5	2.50
31	172.5	-0.9	201.5	-10.0	20.0	0.729	0.685	0.5	75.9	211.0	286.9	0.5	2.53
32	171.8	-0.9	201.7	-10.1	19.8	0.729	0.694	0.6	74.6	212.0	286.6	0.5	2.56
33	171.1	-1.0	201.9	-10.3	19.5	0.728	0.704	0.6	73.2	213.0	286.2	0.6	2.59
34	170.3	-1.0	202.1	-10.4	19.3	0.727	0.713	0.6	72.0	214.0	286.0	0.6	2.61
35	169.6	-1.1	202.4	-10.5	19.0	0.726	0.723	0.6	70.7	215.0	285.7	0.6	2.64
36	168.8	-1.2	202.6	-10.7	18.8	0.725	0.732	0.7	69.5	216.0	285.5	0.6	2.66
37	168.1	-1.2	202.8	-10.8	18.6	0.724	0.741	0.7	68.2	217.0	285.2	0.6	2.68
38	167.4	-1.3	203.0	-11.0	18.3	0.722	0.749	0.7	67.0	218.0	285.0	0.6	2.70
39	166.6	-1.3	203.3	-11.1	18.1	0.721	0.758	0.7	65.8	219.0	284.8	0.6	2.72
40	165.9	-1.4	203.5	-11.3	17.8	0.719	0.766	0.7	64.6	220.0	284.6	0.6	2.73
41	165.1	-1.4	203.7	-11.4	17.6	0.718	0.775	0.7	63.5	221.0	284.5	0.7	2.74
42	164.4	-1.5	203.9	-11.6	17.4	0.716	0.783	0.7	62.3	222.0	284.3	0.7	2.75
43	163.6	-1.5	204.2	-11.7	17.1	0.714	0.790	0.8	61.2	223.0	284.2	0.7	2.76
44	162.9	-1.6	204.4	-11.8	16.9	0.711	0.798	0.8	60.1	224.0	284.1	0.7	2.76
45	162.2	-1.6	204.6	-12.0	16.6	0.709	0.806	0.8	59.0	225.0	284.0	0.7	2.77
46	161.4	-1.7	204.8	-12.1	16.4	0.706	0.813	0.8	58.0	226.0	284.0	0.7	2.77
47	160.7	-1.7	205.1	-12.3	16.2	0.703	0.820	0.8	56.9	227.0	283.9	0.7	2.76
48	159.9	-1.8	205.3	-12.4	15.9	0.700	0.827	0.8	55.9	228.0	283.9	0.7	2.76
49	159.2	-1.8	205.5	-12.5	15.7	0.697	0.834	0.8	54.8	229.0	283.8	0.7	2.75
50	158.5	-1.9	205.7	-12.7	15.5	0.693	0.840	0.8	53.8	230.0	283.8	0.7	2.74

Year	N
2007	0
2008	13
2009	14
2010	0
2011	0
2012	0
2013	1
2014	4
2015	7
2016	1
2017	2
2018	0
Total	42



#0031ETA eta Aquariids α=36.9, δ=-1.5, λs=46.9

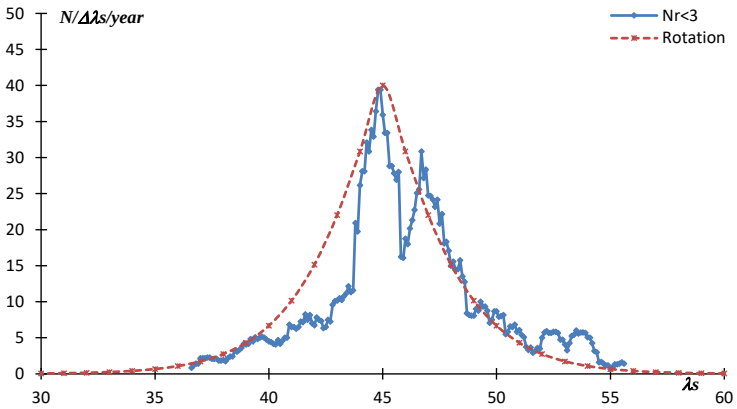




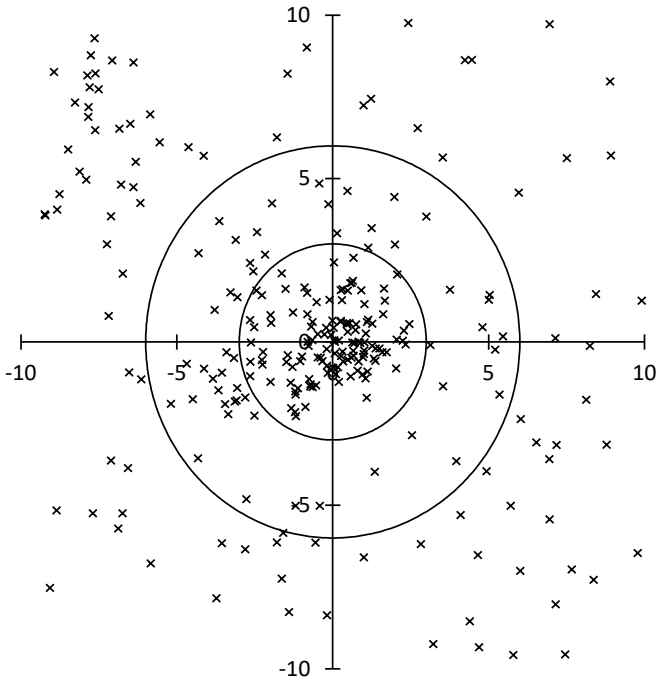
Code	λs	λ-λs	β
ETA04	46.3	293.3	7.7
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	44.5	406	
DR3	40.5	41.5	
DR10	48.5	337.7	
DR15	44.5	554.9	

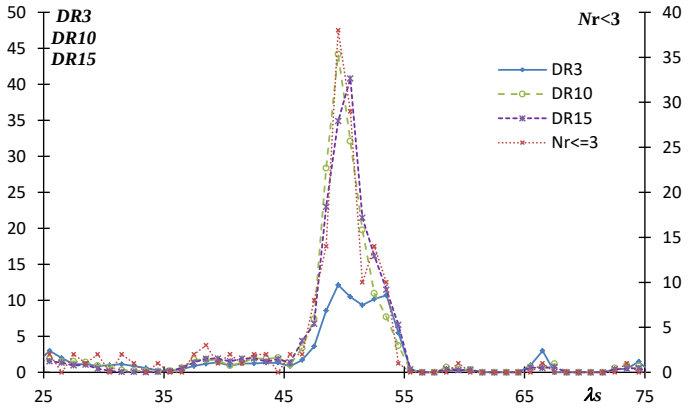
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
30	297.4	6.8	327.3	-6.0	64.3	0.957	0.458	164.4	83.6	30.0	306.7	15.5	10.58
35	296.2	7.1	330.7	-4.4	64.7	0.953	0.495	164.1	87.7	35.0	307.4	15.9	10.46
39	295.2	7.3	333.4	-3.1	65.0	0.950	0.525	163.9	91.1	39.0	307.9	16.1	10.49
40	295.0	7.4	334.1	-2.8	65.1	0.949	0.533	163.8	91.9	40.0	308.0	16.1	10.52
41	294.7	7.5	334.8	-2.5	65.2	0.949	0.541	163.8	92.8	41.0	308.1	16.2	10.55
42	294.5	7.5	335.5	-2.1	65.2	0.948	0.548	163.7	93.6	42.0	308.2	16.2	10.59
43	294.3	7.6	336.2	-1.8	65.3	0.948	0.556	163.7	94.5	43.0	308.3	16.3	10.63
44	294.0	7.7	336.8	-1.5	65.4	0.947	0.564	163.6	95.3	44.0	308.4	16.3	10.69
45	293.8	7.7	337.5	-1.1	65.5	0.947	0.571	163.6	96.2	45.0	308.5	16.3	10.75
46	293.5	7.8	338.2	-0.8	65.6	0.947	0.579	163.5	97.1	46.0	308.6	16.3	10.82
47	293.3	7.8	338.8	-0.4	65.6	0.946	0.586	163.5	98.0	47.0	308.7	16.3	10.90
48	293.0	7.9	339.5	-0.1	65.7	0.946	0.594	163.4	98.8	48.0	308.8	16.4	10.99
49	292.8	8.0	340.2	0.2	65.8	0.946	0.602	163.4	99.7	49.0	308.9	16.4	11.08
50	292.5	8.0	340.9	0.6	65.9	0.946	0.609	163.3	100.6	50.0	308.9	16.4	11.19
51	292.3	8.1	341.5	0.9	65.9	0.945	0.617	163.3	101.5	51.0	309.0	16.4	11.31
52	292.1	8.2	342.2	1.3	66.0	0.945	0.625	163.2	102.4	52.0	309.1	16.4	11.44
53	291.8	8.2	342.9	1.6	66.1	0.945	0.632	163.2	103.3	53.0	309.1	16.3	11.58
54	291.6	8.3	343.5	1.9	66.2	0.945	0.640	163.1	104.2	54.0	309.2	16.3	11.73
55	291.3	8.3	344.2	2.3	66.3	0.946	0.648	163.1	105.1	55.0	309.3	16.3	11.89
60	290.1	8.6	347.5	4.0	66.7	0.947	0.685	162.9	109.6	60.0	309.5	16.1	12.97
65	288.9	8.9	350.8	5.8	67.1	0.951	0.722	162.6	114.3	65.0	309.7	15.8	14.61

Year	N
2007	84
2008	104
2009	189
2010	198
2011	120
2012	166
2013	550
2014	224
2015	137
2016	159
2017	265
2018	155
Total	2351



#0145ELY eta Lyrids α=292.5, δ=39.7, λs=49.1

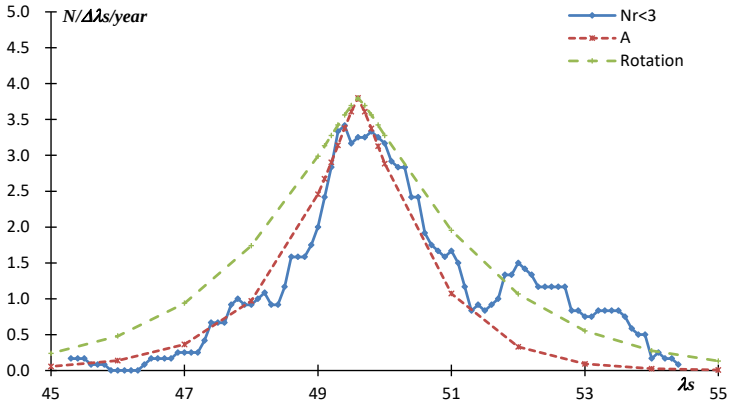




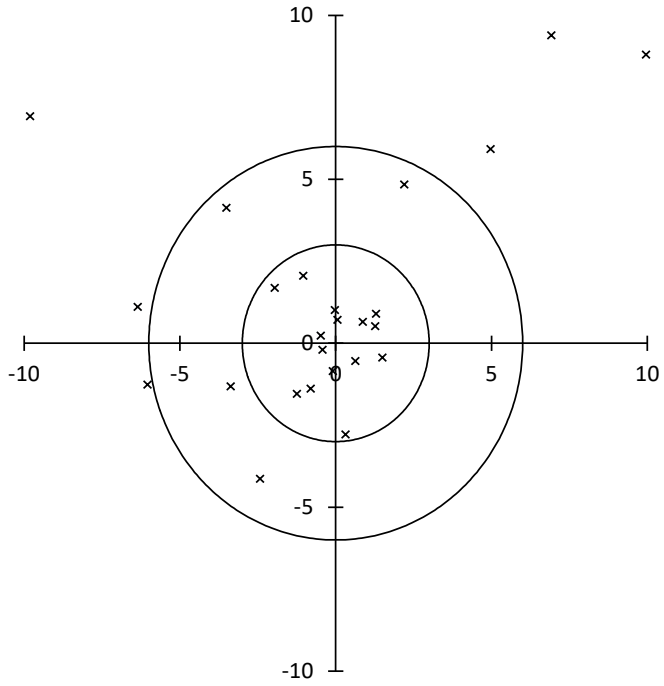
Code	λs	λ-λs	β
ELY03	50	257.2	64.1
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	49.5	38	
DR3	49.5	12.1	
DR10	49.5	44.2	
DR15	50.5	40.8	

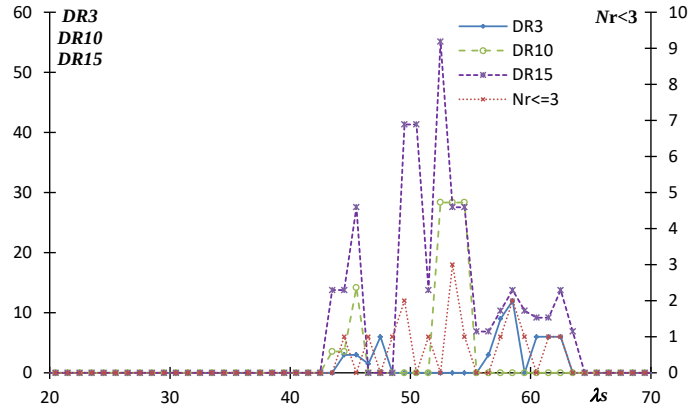
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
40	260.6	61.0	288.7	39.5	48.2	1.081	1.001	81.3	188.7	40.0	221.3	-8.6	-12.32
41	260.2	61.3	288.9	39.9	47.8	1.066	1.001	80.5	189.0	41.0	222.5	-8.9	-15.07
42	259.8	61.7	289.2	40.4	47.3	1.052	1.001	79.8	189.3	42.0	223.7	-9.1	-19.35
43	259.4	62.1	289.4	40.8	46.9	1.037	1.001	79.1	189.6	43.0	224.8	-9.4	-26.89
44	259.0	62.4	289.6	41.2	46.4	1.023	1.001	78.4	189.9	44.0	226.0	-9.7	-43.78
45	258.6	62.8	289.8	41.6	46.0	1.009	1.001	77.7	190.1	45.0	227.2	-9.9	-115.76
46	258.2	63.1	290.0	42.1	45.5	0.995	1.001	77.0	190.4	46.0	228.4	-10.2	184.46
47	257.7	63.5	290.2	42.5	45.1	0.981	1.000	76.3	190.7	47.0	229.6	-10.4	51.71
48	257.3	63.9	290.3	42.9	44.6	0.967	1.000	75.5	191.0	48.0	230.8	-10.6	30.19
49	256.8	64.2	290.5	43.3	44.2	0.953	1.000	74.8	191.3	49.0	232.0	-10.9	21.38
50	256.4	64.6	290.6	43.7	43.7	0.940	1.000	74.1	191.6	50.0	233.2	-11.1	16.59
51	255.9	64.9	290.8	44.1	43.3	0.926	1.000	73.4	191.9	51.0	234.4	-11.4	13.58
52	255.4	65.3	290.9	44.5	42.8	0.913	1.000	72.7	192.1	52.0	235.7	-11.6	11.51
53	254.9	65.6	291.0	44.9	42.4	0.900	0.999	71.9	192.4	53.0	236.9	-11.8	10.00
54	254.3	66.0	291.1	45.3	41.9	0.887	0.999	71.2	192.7	54.0	238.2	-12.0	8.85
55	253.8	66.3	291.1	45.7	41.5	0.874	0.999	70.5	193.0	55.0	239.4	-12.2	7.94
56	253.3	66.6	291.2	46.1	41.0	0.861	0.999	69.8	193.3	56.0	240.7	-12.5	7.21
57	252.7	67.0	291.2	46.4	40.6	0.849	0.999	69.0	193.6	57.0	241.9	-12.7	6.61
58	252.1	67.3	291.3	46.8	40.1	0.836	0.998	68.3	193.9	58.0	243.2	-12.9	6.10
59	251.5	67.7	291.3	47.2	39.7	0.824	0.998	67.6	194.1	59.0	244.5	-13.1	5.67
60	250.9	68.0	291.3	47.6	39.2	0.812	0.998	66.9	194.4	60.0	245.8	-13.2	5.30

Year	N
2007	5
2008	4
2009	14
2010	14
2011	4
2012	9
2013	10
2014	16
2015	18
2016	9
2017	5
2018	20
Total	128



#0152NOC Northern Daytime omega Cetids α=2.3, δ=17.8, λs=47.8

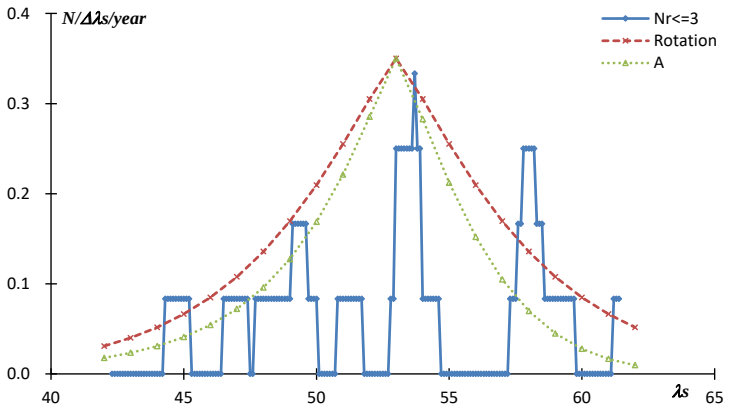




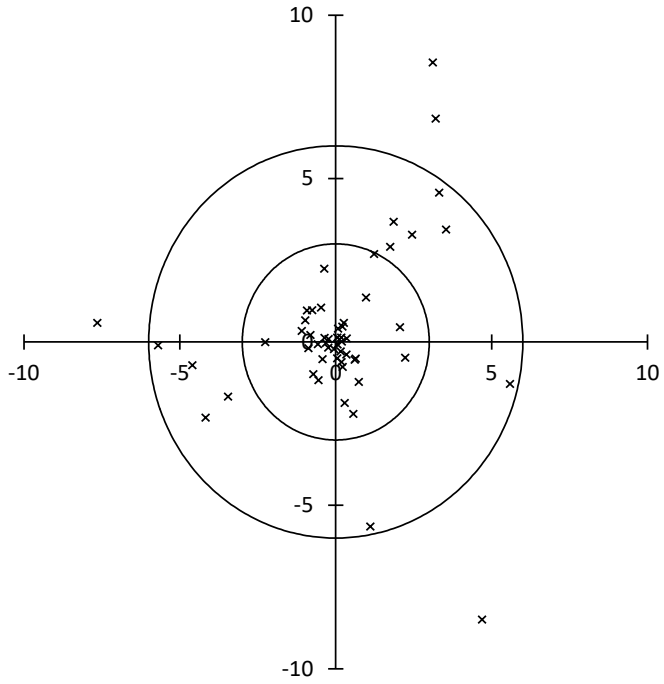
Code	λs	λ-λs	β
NOC02	*52	329.6	12.3
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	53.5	3	
DR3	58.5	12.0	
DR10	52.5	28.4	
DR15	52.5	55.1	

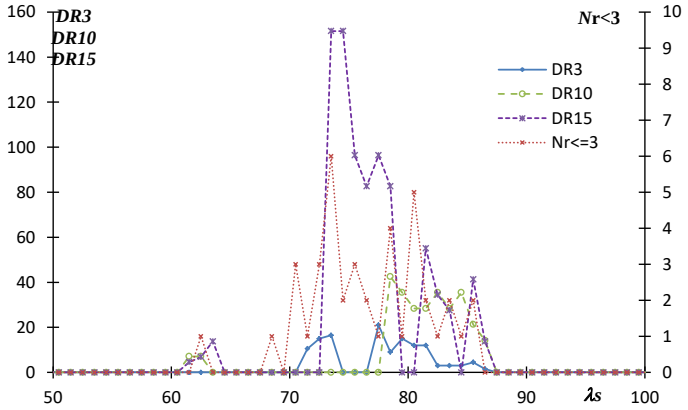
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
42	333.9	8.6	11.3	14.2	39.2	0.959	0.112	25.2	35.3	42.0	74.6	14.2	2.74
43	333.6	8.9	11.8	14.7	39.3	0.959	0.110	26.3	34.9	43.0	75.0	14.7	2.68
44	333.3	9.2	12.3	15.2	39.4	0.959	0.108	27.5	34.5	44.0	75.4	15.2	2.63
45	333.0	9.4	12.8	15.7	39.5	0.959	0.107	28.6	34.2	45.0	75.8	15.6	2.58
46	332.6	9.7	13.4	16.2	39.5	0.958	0.105	29.8	33.8	46.0	76.2	16.1	2.53
47	332.3	9.9	13.9	16.7	39.6	0.958	0.104	31.0	33.5	47.0	76.6	16.5	2.48
48	332.0	10.2	14.5	17.2	39.7	0.958	0.102	32.2	33.2	48.0	77.0	17.0	2.44
49	331.7	10.5	15.0	17.8	39.8	0.958	0.101	33.4	32.9	49.0	77.4	17.4	2.39
50	331.4	10.7	15.5	18.3	39.8	0.957	0.100	34.7	32.6	50.0	77.8	17.9	2.35
51	331.0	11.0	16.1	18.8	39.9	0.957	0.099	35.9	32.4	51.0	78.2	18.3	2.31
52	330.7	11.3	16.6	19.2	40.0	0.957	0.098	37.2	32.2	52.0	78.6	18.8	2.27
53	330.4	11.5	17.1	19.7	40.1	0.956	0.097	38.5	32.0	53.0	79.0	19.2	2.23
54	330.1	11.8	17.7	20.2	40.2	0.956	0.097	39.8	31.8	54.0	79.4	19.7	2.20
55	329.7	12.0	18.2	20.7	40.2	0.956	0.096	41.1	31.6	55.0	79.9	20.1	2.16
56	329.4	12.3	18.8	21.2	40.3	0.955	0.096	42.4	31.4	56.0	80.3	20.6	2.13
57	329.1	12.6	19.3	21.7	40.4	0.955	0.095	43.7	31.3	57.0	80.7	21.0	2.10
58	328.8	12.8	19.9	22.2	40.5	0.954	0.095	45.0	31.2	58.0	81.2	21.5	2.07
59	328.4	13.1	20.4	22.7	40.5	0.953	0.095	46.3	31.1	59.0	81.6	21.9	2.04
60	328.1	13.3	21.0	23.2	40.6	0.953	0.095	47.7	31.0	60.0	82.0	22.4	2.01
61	327.8	13.6	21.5	23.7	40.7	0.952	0.095	49.0	30.9	61.0	82.5	22.8	1.98
62	327.4	13.8	22.1	24.2	40.8	0.951	0.095	50.3	30.9	62.0	82.9	23.3	1.95

Year	N
2007	1
2008	0
2009	1
2010	0
2011	3
2012	2
2013	1
2014	1
2015	2
2016	2
2017	2
2018	0
Total	15



#0171ARI Daytime Arietids α=40.2, δ=23.8, λs=76.7

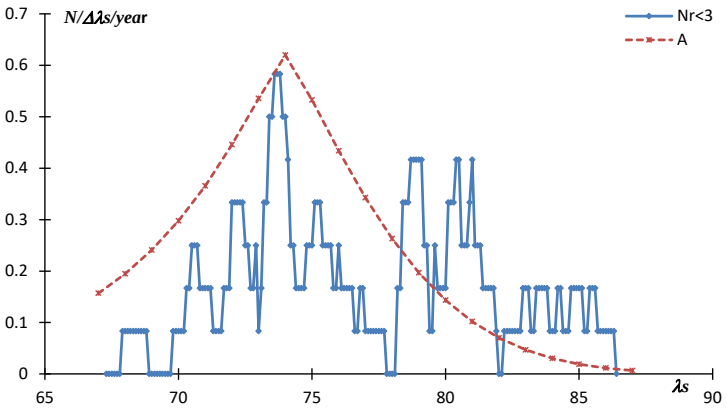




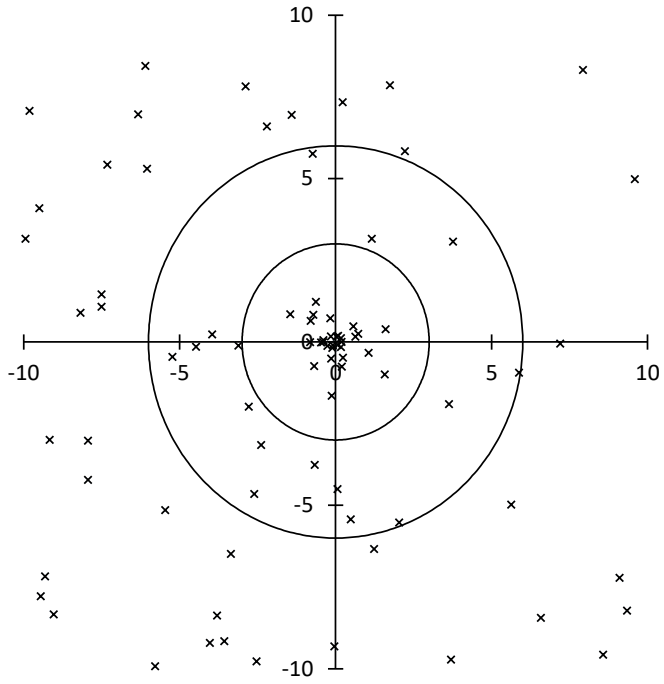
Code	λs	λ-λs	β
ARI03	77	331.6	7.3
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	73.5	6	
DR3	77.5	21.0	
DR10	78.5	42.5	
DR15	73.5	151.6	

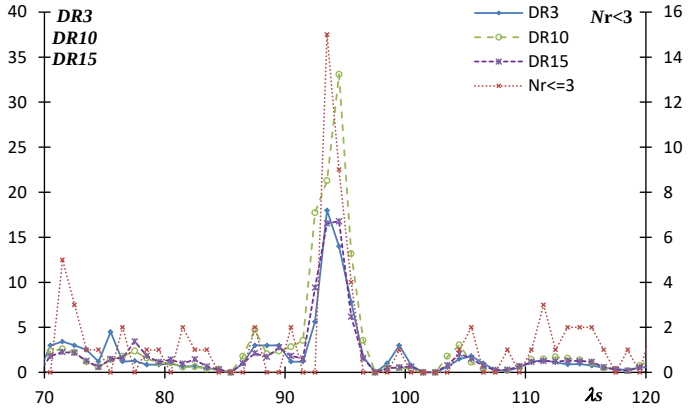
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
67	334.3	7.7	36.3	22.5	39.4	0.963	0.108	23.0	34.7	67.0	99.5	12.8	2.90
68	334.0	7.6	37.0	22.7	39.6	0.964	0.104	23.4	34.0	68.0	99.8	12.8	2.88
69	333.7	7.6	37.8	22.9	39.8	0.965	0.100	23.8	33.4	69.0	100.1	12.8	2.86
70	333.4	7.6	38.5	23.1	39.9	0.966	0.097	24.2	32.7	70.0	100.4	12.8	2.83
71	333.1	7.5	39.3	23.2	40.1	0.967	0.093	24.6	32.1	71.0	100.7	12.8	2.81
72	332.9	7.5	40.0	23.4	40.2	0.968	0.090	25.1	31.4	72.0	101.0	12.8	2.79
73	332.6	7.4	40.8	23.6	40.4	0.969	0.086	25.6	30.8	73.0	101.3	12.8	2.77
74	332.3	7.4	41.5	23.8	40.5	0.970	0.083	26.1	30.1	74.0	101.5	12.7	2.74
75	332.0	7.4	42.3	23.9	40.7	0.971	0.080	26.6	29.5	75.0	101.8	12.7	2.72
76	331.7	7.3	43.0	24.1	40.8	0.972	0.077	27.1	28.9	76.0	102.1	12.7	2.70
77	331.4	7.3	43.8	24.3	41.0	0.973	0.074	27.6	28.2	77.0	102.4	12.7	2.68
78	331.1	7.2	44.5	24.4	41.1	0.973	0.071	28.2	27.6	78.0	102.7	12.6	2.66
79	330.9	7.2	45.3	24.6	41.3	0.974	0.068	28.8	27.0	79.0	103.0	12.6	2.64
80	330.6	7.1	46.1	24.8	41.4	0.975	0.065	29.4	26.3	80.0	103.3	12.6	2.62
81	330.3	7.1	46.8	24.9	41.6	0.976	0.062	30.1	25.7	81.0	103.6	12.6	2.60
82	330.0	7.1	47.6	25.1	41.8	0.977	0.059	30.8	25.1	82.0	103.9	12.5	2.58
83	329.7	7.0	48.4	25.2	41.9	0.978	0.056	31.5	24.5	83.0	104.2	12.5	2.56
84	329.4	7.0	49.1	25.4	42.1	0.979	0.054	32.2	23.9	84.0	104.5	12.5	2.54
85	329.1	6.9	49.9	25.5	42.2	0.980	0.051	33.0	23.3	85.0	104.8	12.4	2.52
86	328.9	6.9	50.7	25.6	42.4	0.980	0.049	33.9	22.6	86.0	105.1	12.4	2.50
87	328.6	6.8	51.4	25.8	42.5	0.981	0.046	34.7	22.1	87.0	105.4	12.4	2.48

Year	N
2007	2
2008	2
2009	2
2010	5
2011	1
2012	1
2013	2
2014	3
2015	5
2016	7
2017	7
2018	3
Total	40



#0431JIP June iota Pegasids α=332.626, δ=29.197, λs=94.456

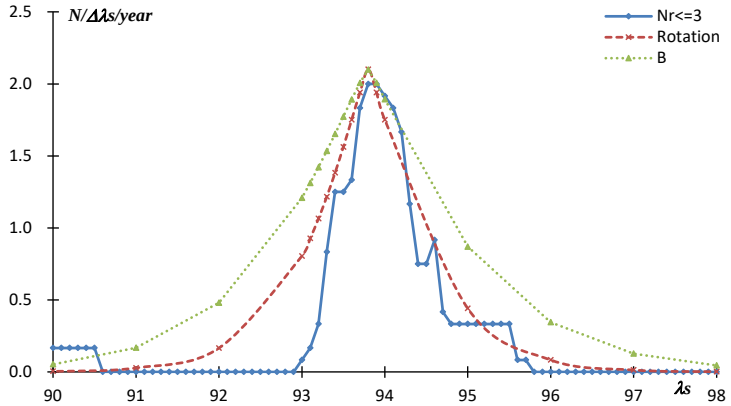




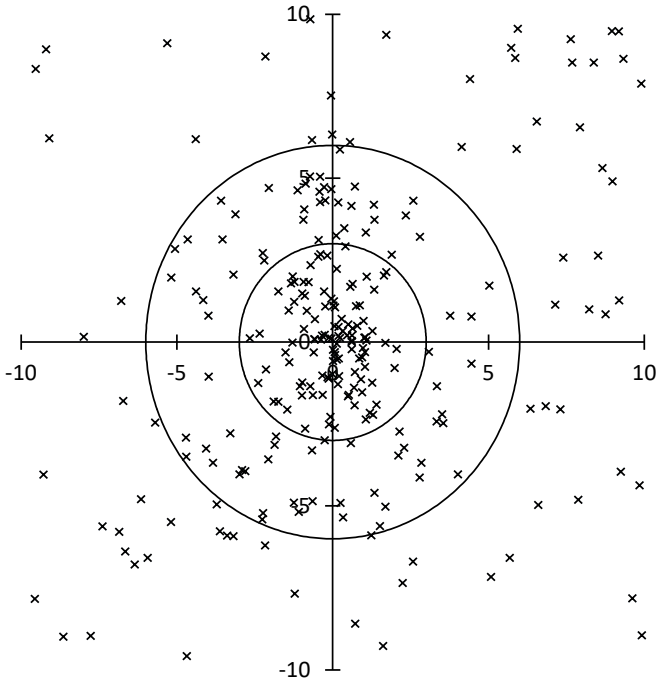
Code	λs	λ-λs	β
JIP01	94	252.8	37.5
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	93.5	15	
DR3	93.5	18.0	
DR10	94.5	33.1	
DR15	94.5	16.8	

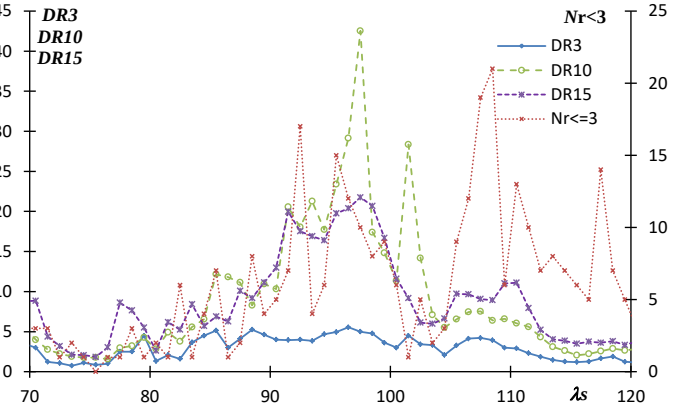
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
89	252.1	39.4	326.5	28.9	52.5	0.615	0.863	105.5	232.9	89.0	249.6	-50.2	2.24
90	252.1	39.1	327.6	29.0	53.7	0.679	0.873	107.0	229.4	90.0	251.2	-46.5	2.72
91	252.2	38.8	328.6	29.0	55.0	0.748	0.882	108.5	226.4	91.0	252.6	-43.3	3.49
92	252.3	38.5	329.6	29.1	56.3	0.821	0.889	109.9	223.8	92.0	253.9	-40.6	4.97
93	252.4	38.2	330.7	29.2	57.6	0.899	0.896	111.3	221.5	93.0	255.2	-38.1	8.83
93.1	252.4	38.1	330.8	29.2	57.7	0.907	0.896	111.4	221.3	93.1	255.3	-37.9	9.59
93.2	252.4	38.1	330.9	29.2	57.8	0.915	0.897	111.6	221.1	93.2	255.4	-37.7	10.50
93.3	252.5	38.1	331.0	29.2	58.0	0.923	0.898	111.7	220.9	93.3	255.6	-37.4	11.60
93.4	252.5	38.0	331.1	29.3	58.1	0.931	0.898	111.8	220.7	93.4	255.7	-37.2	12.97
93.5	252.5	38.0	331.2	29.3	58.2	0.939	0.899	112.0	220.5	93.5	255.8	-37.0	14.71
93.6	252.5	38.0	331.3	29.3	58.4	0.947	0.899	112.1	220.3	93.6	255.9	-36.8	16.99
93.7	252.5	37.9	331.4	29.3	58.5	0.955	0.900	112.2	220.1	93.7	256.0	-36.6	20.13
93.8	252.5	37.9	331.5	29.3	58.6	0.964	0.900	112.4	219.9	93.8	256.2	-36.4	24.71
93.9	252.5	37.9	331.6	29.3	58.7	0.972	0.901	112.5	219.7	93.9	256.3	-36.2	32.02
94	252.5	37.8	331.7	29.3	58.9	0.980	0.902	112.6	219.5	94.0	256.4	-36.0	45.55
95	252.6	37.5	332.8	29.4	60.2	1.066	0.907	113.9	217.8	95.0	257.6	-34.1	-13.79
96	252.7	37.2	333.8	29.5	61.4	1.155	0.911	115.1	216.2	96.0	258.7	-32.4	-5.87
97	252.8	36.9	334.9	29.6	62.7	1.248	0.915	116.3	214.9	97.0	259.8	-30.8	-3.69
98	252.9	36.6	335.9	29.7	64.0	1.345	0.919	117.5	213.6	98.0	260.9	-29.4	-2.66
99	252.9	36.2	337.0	29.8	65.3	1.445	0.922	118.6	212.5	99.0	262.0	-28.2	-2.07

Year	N
2007	0
2008	0
2009	10
2010	3
2011	2
2012	1
2013	0
2014	7
2015	1
2016	1
2017	1
2018	4
Total	30



#0372PPS_0　　phi Piscids　　α=20.1, δ=24.1, λs=106.0　　注釈を読む

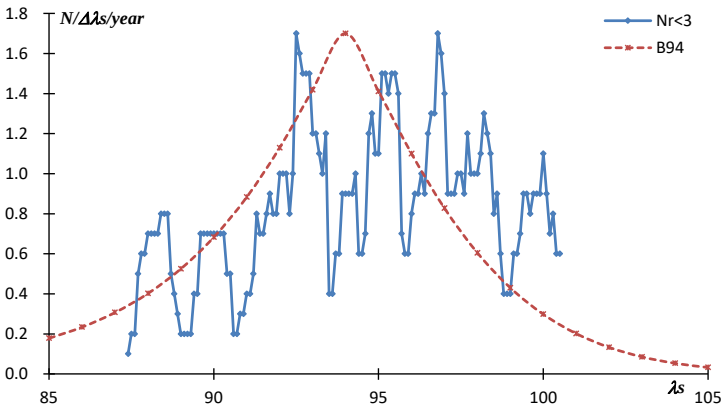




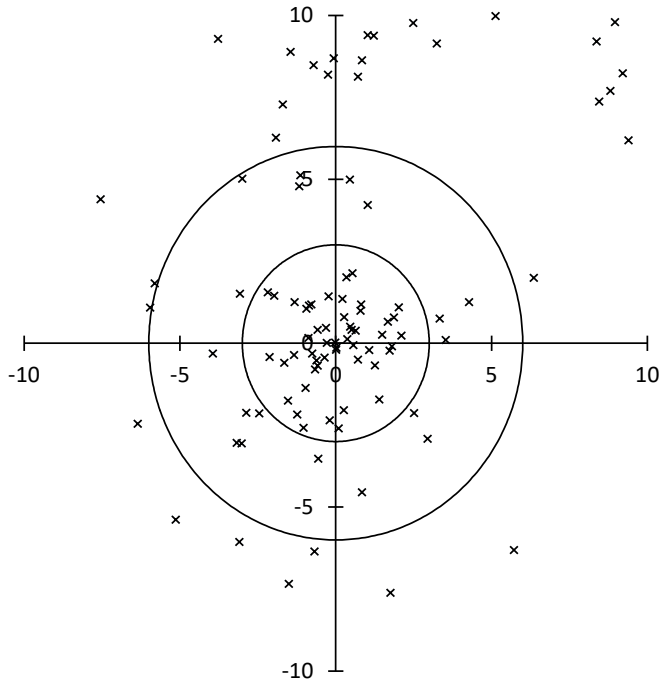
Code	λs	λ-λs	β
PPS02	*94	282.4	16.4
Δr=	3		
Δλs=	7		
	λs	max	
Nr<=3	92.5	17	
DR3	96.5	5.5	
DR10	97.5	42.5	
DR15	97.5	21.8	

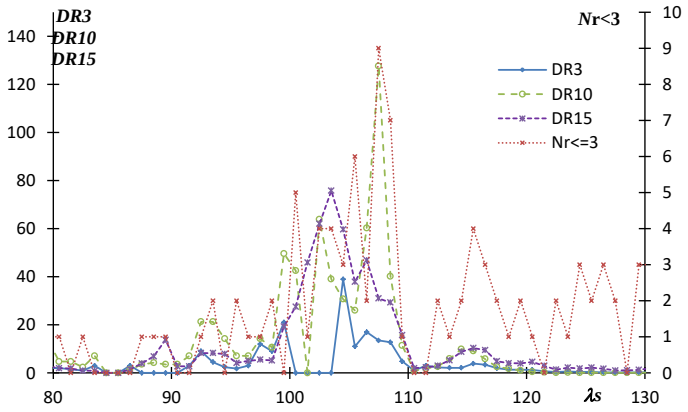
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
85	284.9	14.2	3.4	16.9	66.3	0.880	0.828	153.6	127.2	85.0	314.7	20.7	6.89
86	284.8	14.4	4.1	17.4	66.3	0.881	0.832	153.4	127.9	86.0	315.0	20.7	7.01
87	284.7	14.5	4.8	17.9	66.3	0.883	0.836	153.1	128.5	87.0	315.3	20.7	7.13
88	284.5	14.7	5.5	18.4	66.3	0.884	0.840	152.8	129.2	88.0	315.5	20.7	7.27
89	284.4	14.9	6.3	18.9	66.3	0.886	0.845	152.6	129.8	89.0	315.8	20.7	7.41
90	284.2	15.1	7.0	19.4	66.4	0.888	0.849	152.3	130.5	90.0	316.1	20.7	7.56
91	284.1	15.2	7.7	19.9	66.4	0.889	0.853	152.0	131.1	91.0	316.3	20.7	7.71
92	284.0	15.4	8.4	20.4	66.4	0.891	0.857	151.8	131.8	92.0	316.6	20.7	7.88
93	283.8	15.6	9.2	20.9	66.4	0.893	0.861	151.5	132.4	93.0	316.9	20.6	8.06
94	283.7	15.7	9.9	21.4	66.5	0.895	0.864	151.2	133.1	94.0	317.1	20.6	8.25
95	283.5	15.9	10.6	21.9	66.5	0.834	0.856	29.8	130.7	95.0	229.7	22.1	5.15
96	283.4	16.1	11.4	22.4	66.5	0.899	0.872	150.7	134.4	96.0	317.7	20.5	8.66
97	283.2	16.3	12.1	22.9	66.5	0.902	0.876	150.5	135.1	97.0	318.0	20.4	8.89
98	283.1	16.4	12.9	23.4	66.6	0.904	0.880	150.2	135.7	98.0	318.2	20.3	9.14
99	283.0	16.6	13.6	23.9	66.6	0.906	0.883	149.9	136.4	99.0	318.5	20.2	9.40
100	282.8	16.8	14.4	24.4	66.6	0.908	0.887	149.7	137.0	100.0	318.8	20.1	9.69
101	282.7	17.0	15.1	24.9	66.6	0.911	0.890	149.4	137.7	101.0	319.1	20.0	10.00
102	282.5	17.1	15.9	25.3	66.6	0.913	0.894	149.2	138.3	102.0	319.4	19.9	10.33
103	282.4	17.3	16.6	25.8	66.7	0.916	0.897	148.9	139.0	103.0	319.7	19.8	10.69
104	282.2	17.5	17.4	26.3	66.7	0.919	0.901	148.7	139.6	104.0	320.0	19.7	11.09
105	282.1	17.6	18.1	26.8	66.7	0.922	0.904	148.4	140.3	105.0	320.3	19.6	11.52

Year	N
2007	3
2008	2
2009	15
2010	8
2011	9
2012	17
2013	6
2014	17
2015	11
2016	2
2017	7
2018	16
Total	113



#0165SZC Southern June Aquilids α=297.8, δ=-33.9, λs=80 注釈を読む

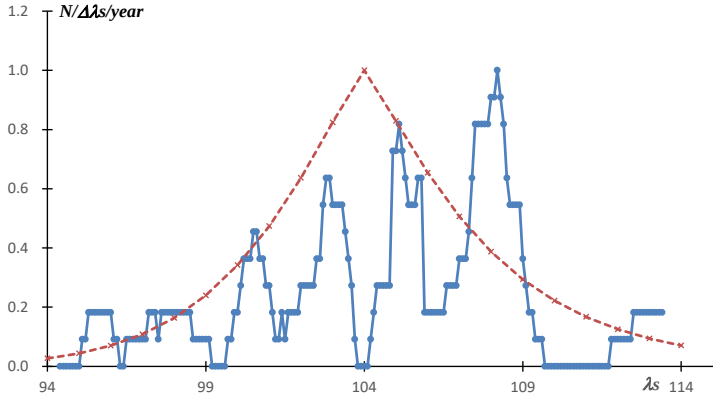




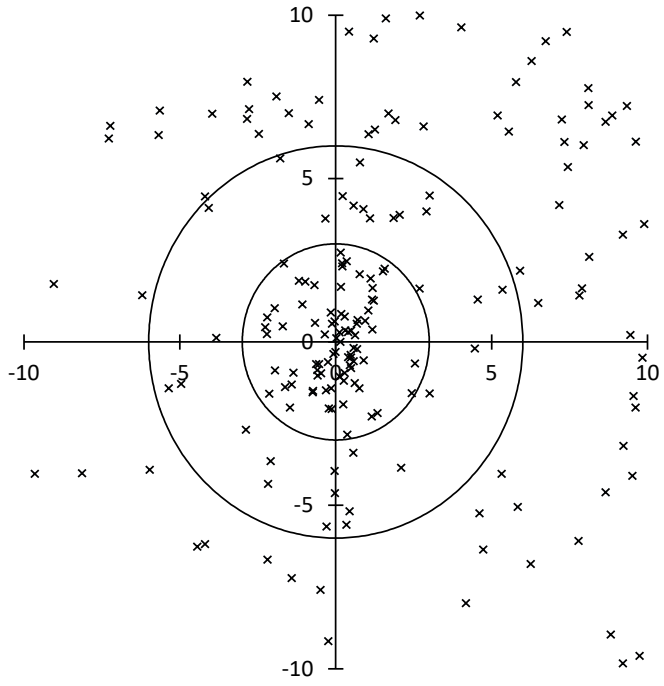
Code	λs	λ-λs	β
SZC02	104	209.2	-11.3
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	107.5	9	
DR3	-	-	
DR10	107.5	127.6	
DR15	103.5	75.8	

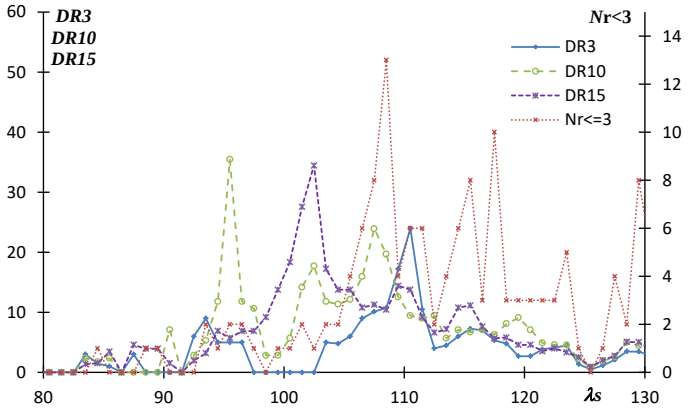
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
94	209.5	-8.8	308.1	-27.9	40.2	0.963	0.079	32.3	151.8	274.0	69.6	14.7	2.11
95	209.4	-9.0	309.2	-27.8	40.2	0.962	0.081	32.5	151.4	275.0	70.3	14.9	2.12
96	209.3	-9.1	310.2	-27.8	40.1	0.961	0.082	32.7	151.0	276.0	71.0	15.2	2.13
97	209.2	-9.3	311.2	-27.7	40.1	0.961	0.084	32.9	150.7	277.0	71.7	15.4	2.14
98	209.1	-9.4	312.2	-27.6	40.0	0.960	0.086	33.0	150.3	278.0	72.5	15.7	2.15
99	209.0	-9.6	313.2	-27.5	40.0	0.959	0.088	33.2	150.0	279.0	73.2	15.9	2.16
100	208.9	-9.8	314.2	-27.4	39.9	0.958	0.090	33.4	149.6	280.0	73.9	16.2	2.17
101	208.8	-9.9	315.3	-27.3	39.9	0.958	0.092	33.5	149.2	281.0	74.6	16.4	2.18
102	208.7	-10.1	316.3	-27.2	39.8	0.957	0.094	33.7	148.9	282.0	75.3	16.7	2.19
103	208.6	-10.2	317.3	-27.1	39.7	0.956	0.096	33.8	148.5	283.0	76.0	16.9	2.20
104	208.5	-10.4	318.3	-27.0	39.7	0.956	0.098	33.9	148.1	284.0	76.7	17.1	2.21
105	208.4	-10.5	319.3	-26.9	39.6	0.955	0.100	34.1	147.8	285.0	77.4	17.4	2.22
106	208.4	-10.7	320.3	-26.7	39.6	0.954	0.102	34.2	147.4	286.0	78.1	17.6	2.23
107	208.3	-10.9	321.3	-26.6	39.5	0.953	0.104	34.3	147.0	287.0	78.8	17.9	2.24
108	208.2	-11.0	322.3	-26.5	39.5	0.953	0.106	34.4	146.6	288.0	79.5	18.1	2.25
109	208.1	-11.2	323.3	-26.3	39.4	0.952	0.108	34.6	146.3	289.0	80.2	18.4	2.26
110	208.0	-11.3	324.2	-26.2	39.4	0.951	0.111	34.7	145.9	290.0	80.9	18.6	2.27
111	207.9	-11.5	325.2	-26.0	39.3	0.951	0.113	34.8	145.5	291.0	81.6	18.8	2.28
112	207.8	-11.6	326.2	-25.9	39.3	0.950	0.115	34.9	145.1	292.0	82.3	19.1	2.29
113	207.7	-11.8	327.2	-25.7	39.2	0.949	0.117	35.0	144.8	293.0	82.9	19.3	2.31
114	207.6	-12.0	328.2	-25.6	39.2	0.948	0.119	35.1	144.4	294.0	83.6	19.6	2.32

Year	N
2007	2
2008	2
2009	4
2010	3
2011	7
2012	1
2013	2
2014	6
2015	3
2016	11
2017	2
2018	8
Total	51



#0533JXA July xi Arietids α=40.1, δ=10.6, λs=119

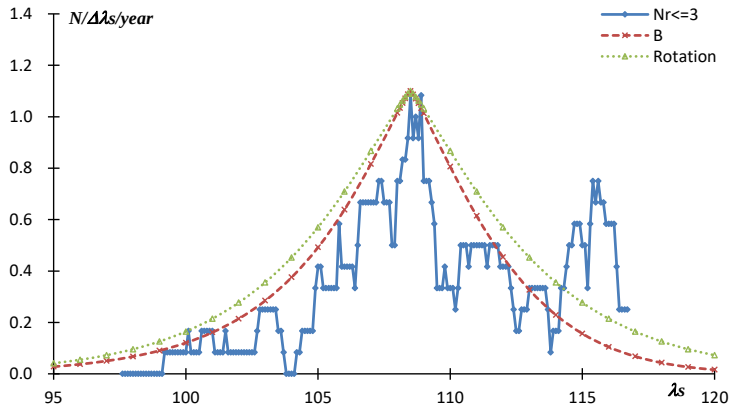




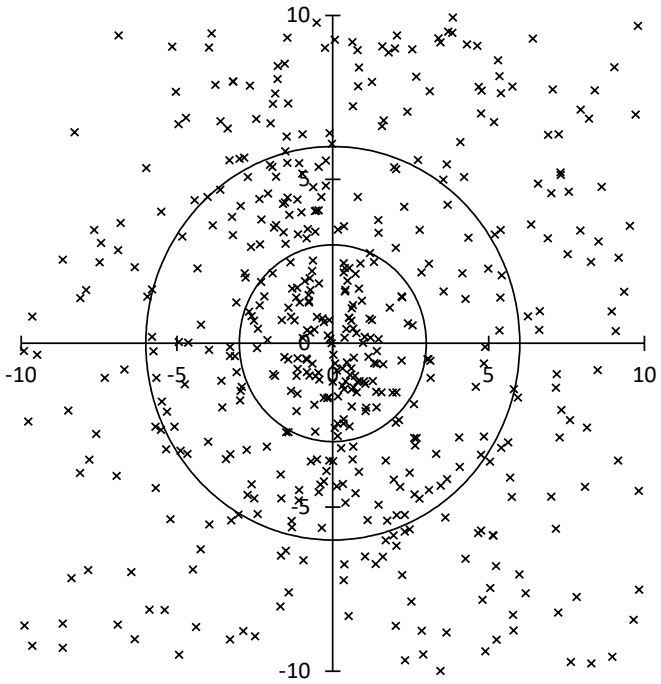
Code	λs	λ-λs	β
JXA03	107.3	284.8	-5.1
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	108.5	13	
DR3	110.5	24.0	
DR10	95.5	35.4	
DR15	102.5	34.4	

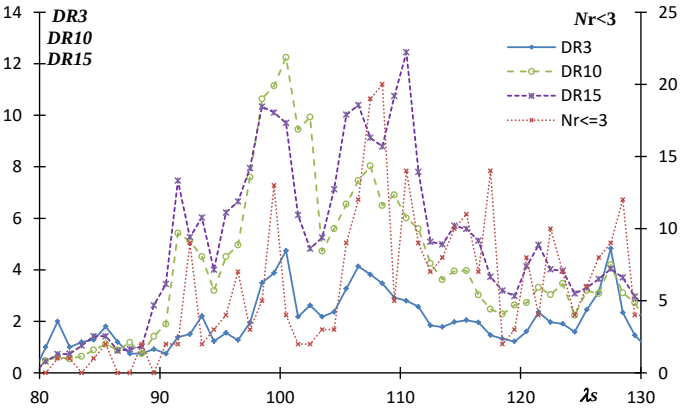
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
95	287.6	-6.2	23.2	3.0	67.9	0.963	0.762	168.2	299.3	275.0	335.2	-10.3	20.34
100	286.5	-5.8	26.7	4.8	68.1	0.953	0.788	169.1	302.6	280.0	336.9	-9.2	16.88
102	286.1	-5.6	28.1	5.5	68.2	0.950	0.798	169.5	304.0	282.0	337.6	-8.7	15.89
103	285.9	-5.5	28.8	5.9	68.2	0.948	0.803	169.6	304.6	283.0	337.9	-8.5	15.46
104	285.7	-5.5	29.5	6.2	68.3	0.946	0.808	169.8	305.3	284.0	338.2	-8.3	15.06
105	285.4	-5.4	30.2	6.6	68.3	0.945	0.813	170.0	306.0	285.0	338.6	-8.1	14.69
106	285.2	-5.3	30.9	6.9	68.3	0.943	0.818	170.2	306.7	286.0	338.9	-7.9	14.36
107	285.0	-5.2	31.7	7.3	68.4	0.941	0.823	170.4	307.4	287.0	339.2	-7.7	14.04
108	284.8	-5.1	32.4	7.6	68.4	0.940	0.828	170.5	308.1	288.0	339.5	-7.4	13.75
108.2	284.8	-5.1	32.5	7.7	68.4	0.939	0.829	170.6	308.2	288.2	339.6	-7.4	13.70
108.4	284.7	-5.1	32.7	7.8	68.4	0.939	0.830	170.6	308.4	288.4	339.6	-7.4	13.65
108.6	284.7	-5.1	32.8	7.8	68.5	0.939	0.831	170.6	308.5	288.6	339.7	-7.3	13.59
108.8	284.6	-5.1	32.9	7.9	68.5	0.939	0.832	170.7	308.7	288.8	339.8	-7.3	13.54
109	284.6	-5.0	33.1	8.0	68.5	0.938	0.833	170.7	308.8	289.0	339.8	-7.2	13.49
110	284.4	-5.0	33.8	8.3	68.5	0.937	0.838	170.9	309.5	290.0	340.1	-7.0	13.24
111	284.2	-4.9	34.5	8.7	68.6	0.935	0.842	171.1	310.2	291.0	340.4	-6.8	13.01
112	284.0	-4.8	35.2	9.0	68.6	0.934	0.847	171.2	310.9	292.0	340.7	-6.6	12.80
113	283.7	-4.7	36.0	9.3	68.6	0.932	0.852	171.4	311.6	293.0	341.0	-6.4	12.60
114	283.5	-4.6	36.7	9.7	68.7	0.931	0.856	171.6	312.4	294.0	341.3	-6.2	12.41
115	283.3	-4.5	37.4	10.0	68.7	0.930	0.861	171.7	313.1	295.0	341.6	-6.0	12.24
120	282.3	-4.1	41.1	11.6	68.9	0.924	0.883	172.6	316.7	300.0	343.0	-5.1	11.57

Year	N
2007	2
2008	2
2009	7
2010	11
2011	14
2012	6
2013	7
2014	3
2015	4
2016	6
2017	9
2018	10
Total	81



#0372PPS_1 phi Piscids α=20.1, δ=24.1, λs=106.0

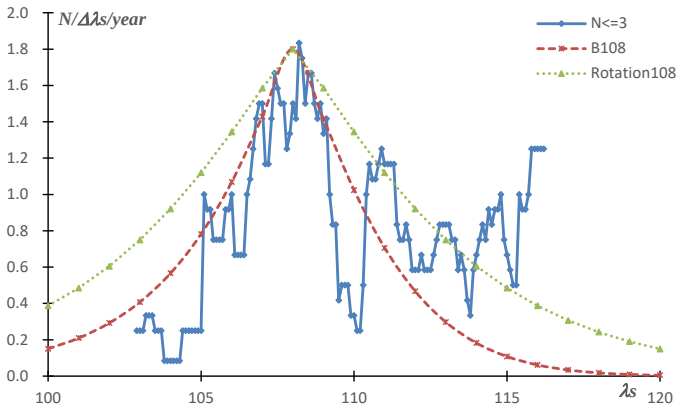




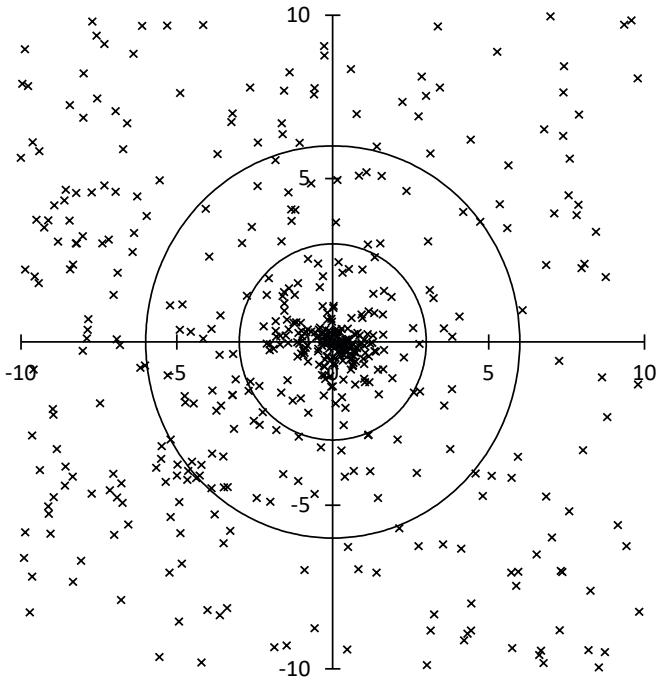
Code	λs	λ-λs	β
PPS03	109.6	281.9	19.6
Δr=	3		
Δλs=	7		
	λs	max	
Nr<=3	108.5	20	
DR3	106.5	4.1	
DR10	102.5	9.9	
DR15	110.5	12.4	

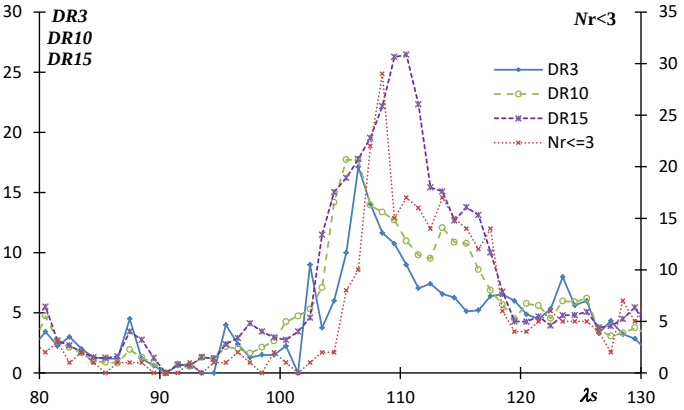
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
100	283.6	18.9	14.1	26.6	65.1	0.852	0.871	145.4	133.5	100.0	321.0	24.3	5.87
101	283.3	18.8	14.9	26.8	65.2	0.852	0.875	145.7	134.2	101.0	321.3	23.8	5.91
102	283.1	18.6	15.7	26.9	65.3	0.852	0.880	146.1	135.0	102.0	321.7	23.2	5.95
103	282.9	18.5	16.6	27.1	65.4	0.853	0.884	146.4	135.8	103.0	322.0	22.7	5.99
104	282.6	18.3	17.4	27.2	65.5	0.853	0.889	146.7	136.6	104.0	322.4	22.2	6.04
105	282.4	18.2	18.2	27.4	65.6	0.854	0.893	147.1	137.3	105.0	322.7	21.6	6.10
106	282.2	18.0	19.0	27.6	65.7	0.854	0.897	147.4	138.1	106.0	323.0	21.1	6.15
107	281.9	17.9	19.8	27.7	65.8	0.855	0.901	147.7	138.9	107.0	323.4	20.6	6.21
108	281.7	17.7	20.7	27.9	65.9	0.856	0.906	148.0	139.7	108.0	323.7	20.0	6.28
109	281.5	17.6	21.5	28.0	66.0	0.857	0.910	148.3	140.5	109.0	324.0	19.5	6.35
110	281.2	17.5	22.3	28.2	66.1	0.858	0.914	148.7	141.3	110.0	324.4	19.0	6.42
111	281.0	17.3	23.1	28.3	66.2	0.859	0.918	149.0	142.1	111.0	324.7	18.4	6.50
112	280.8	17.2	24.0	28.5	66.3	0.860	0.922	149.3	142.9	112.0	325.0	17.9	6.58
113	280.6	17.0	24.8	28.6	66.4	0.861	0.925	149.6	143.7	113.0	325.3	17.4	6.67
114	280.3	16.9	25.7	28.7	66.5	0.863	0.929	149.9	144.6	114.0	325.6	16.9	6.77
115	280.1	16.7	26.5	28.9	66.6	0.864	0.933	150.2	145.4	115.0	325.9	16.4	6.87
116	279.9	16.6	27.4	29.0	66.7	0.866	0.936	150.6	146.2	116.0	326.3	15.9	6.98
117	279.6	16.4	28.2	29.1	66.8	0.868	0.940	150.9	147.0	117.0	326.6	15.4	7.10
118	279.4	16.3	29.1	29.3	66.9	0.869	0.944	151.2	147.8	118.0	326.9	14.9	7.22
119	279.2	16.1	29.9	29.4	67.0	0.871	0.947	151.5	148.6	119.0	327.2	14.4	7.35
120	279.0	16.0	30.8	29.5	67.1	0.873	0.950	151.8	149.5	120.0	327.5	13.9	7.50

Year	N
2007	1
2008	2
2009	8
2010	17
2011	25
2012	10
2013	18
2014	3
2015	12
2016	10
2017	15
2018	16
Total	137



#0175JPE July Pegasids α=340, δ=15, λs=107.5

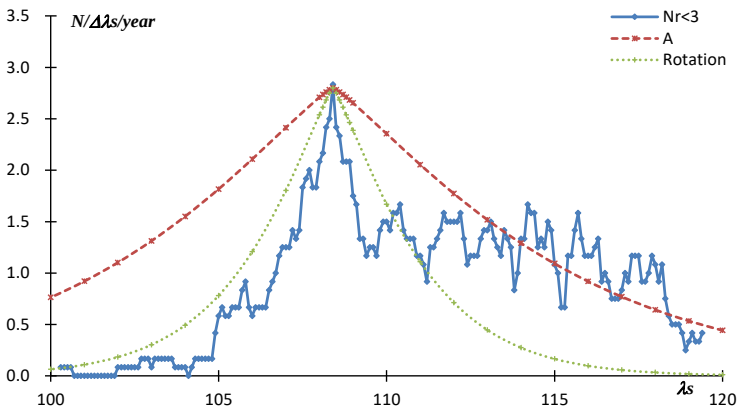




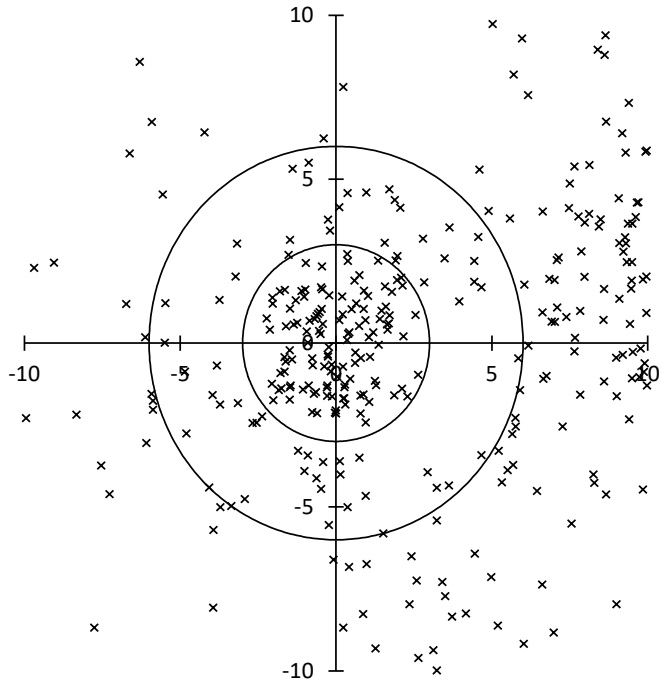
Code	λs	λ-λs	β
JPE06	*110	244.2	14.2
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	108.5	29	
DR3	106.5	17.1	
DR10	105.5	17.7	
DR15	110.5	26.5	

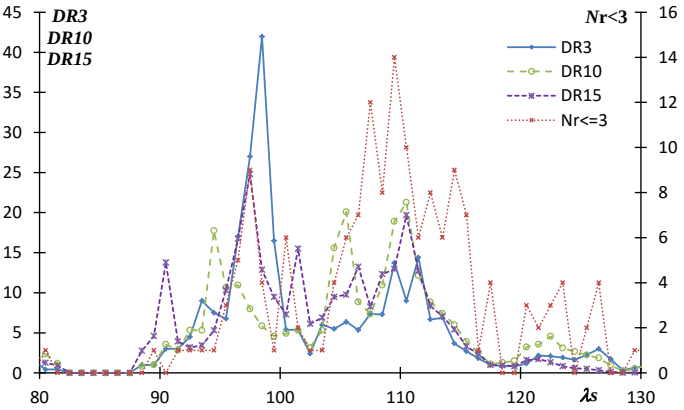
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
90	246.7	16.1	332.5	5.9	65.1	0.984	0.654	147.3	253.6	90.0	199.2	-31.2	40.10
95	246.1	15.7	336.6	7.2	64.8	0.977	0.635	147.7	256.1	95.0	201.4	-31.3	27.18
100	245.6	15.4	340.8	8.5	64.5	0.970	0.616	148.0	258.5	100.0	203.5	-31.3	20.62
105	245.0	15.0	344.9	9.9	64.2	0.964	0.596	148.3	260.9	105.0	205.6	-31.2	16.66
106	244.9	14.9	345.8	10.1	64.2	0.963	0.592	148.4	261.4	106.0	206.0	-31.2	16.05
107	244.8	14.9	346.6	10.4	64.1	0.962	0.588	148.5	261.9	107.0	206.5	-31.2	15.48
108	244.7	14.8	347.4	10.7	64.1	0.961	0.584	148.5	262.4	108.0	206.9	-31.2	14.95
108.2	244.7	14.8	347.6	10.8	64.1	0.961	0.583	148.5	262.5	108.2	207.0	-31.2	14.85
108.4	244.7	14.8	347.8	10.8	64.1	0.961	0.583	148.5	262.6	108.4	207.0	-31.2	14.75
108.6	244.7	14.8	347.9	10.9	64.0	0.960	0.582	148.6	262.7	108.6	207.1	-31.2	14.65
108.8	244.6	14.7	348.1	10.9	64.0	0.960	0.581	148.6	262.8	108.8	207.2	-31.2	14.56
109	244.6	14.7	348.3	11.0	64.0	0.960	0.580	148.6	262.9	109.0	207.3	-31.1	14.46
110	244.5	14.7	349.1	11.3	64.0	0.959	0.576	148.7	263.4	110.0	207.7	-31.1	14.00
111	244.4	14.6	349.9	11.5	63.9	0.958	0.572	148.7	263.9	111.0	208.1	-31.1	13.57
112	244.3	14.5	350.8	11.8	63.9	0.957	0.568	148.8	264.4	112.0	208.6	-31.0	13.16
113	244.2	14.4	351.6	12.1	63.8	0.956	0.564	148.8	264.9	113.0	209.0	-31.0	12.78
114	244.1	14.4	352.4	12.4	63.7	0.955	0.560	148.9	265.4	114.0	209.4	-31.0	12.43
115	244.0	14.3	353.3	12.7	63.7	0.954	0.556	149.0	265.9	115.0	209.8	-30.9	12.09
116	243.9	14.2	354.1	13.0	63.6	0.953	0.552	149.0	266.4	116.0	210.3	-30.9	11.77
120	243.5	13.9	357.5	14.1	63.4	0.950	0.536	149.3	268.3	120.0	211.9	-30.7	10.65
125	242.9	13.6	1.8	15.6	63.1	0.946	0.515	149.6	270.8	125.0	214.1	-30.4	9.52

Year	N
2007	0
2008	6
2009	18
2010	22
2011	45
2012	19
2013	22
2014	12
2015	17
2016	8
2017	23
2018	27
Total	219



#0411CAN c Andromedids α=32.4, δ=48.4, λs=110

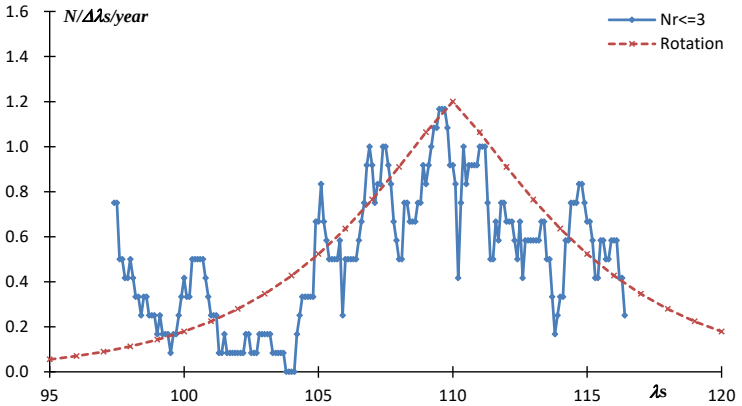




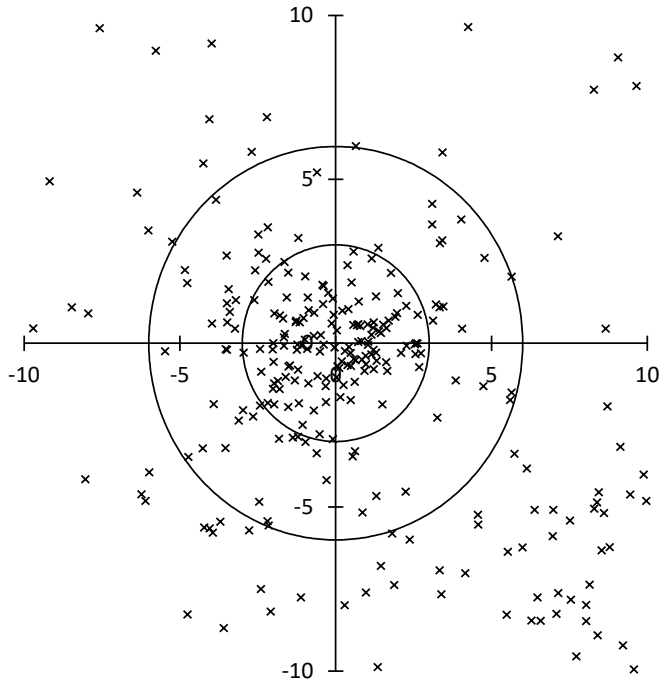
Code	λs	λ-λs	β
CAN01	107	298.1	32.9
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	109.5	14	
DR3	98.5	42.0	
DR10	110.5	21.3	
DR15	97.5	24.8	

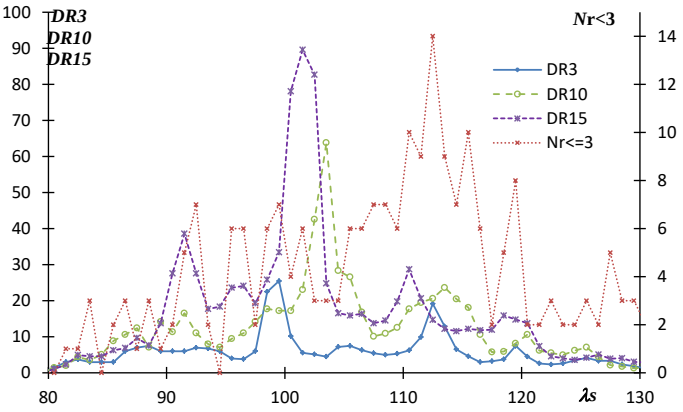
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
95	297.9	33.1	15.9	43.0	56.5	0.893	0.684	112.2	107.9	95.0	324.5	61.8	6.42
96	297.9	33.1	17.0	43.4	56.6	0.895	0.684	112.2	107.9	96.0	325.5	61.8	6.49
97	297.9	33.0	18.0	43.7	56.6	0.896	0.684	112.2	107.9	97.0	326.5	61.7	6.56
98	298.0	33.0	19.1	44.1	56.6	0.897	0.684	112.3	108.0	98.0	327.5	61.7	6.63
99	298.0	33.0	20.2	44.5	56.6	0.898	0.684	112.3	108.0	99.0	328.4	61.6	6.71
100	298.0	33.0	21.2	44.8	56.7	0.899	0.684	112.3	108.0	100.0	329.4	61.6	6.79
101	298.0	33.0	22.3	45.2	56.7	0.900	0.684	112.4	108.0	101.0	330.4	61.6	6.86
102	298.0	33.0	23.4	45.6	56.7	0.901	0.684	112.4	108.1	102.0	331.4	61.5	6.94
103	298.0	33.0	24.5	45.9	56.8	0.903	0.684	112.4	108.1	103.0	332.4	61.5	7.02
104	298.1	33.0	25.7	46.3	56.8	0.904	0.684	112.4	108.1	104.0	333.4	61.5	7.10
105	298.1	32.9	26.8	46.6	56.8	0.824	0.637	78.3	99.9	105.0	235.7	74.7	3.61
106	298.1	32.9	27.9	47.0	56.8	0.906	0.684	112.5	108.2	106.0	335.4	61.4	7.26
107	298.1	32.9	29.1	47.3	56.9	0.907	0.684	112.5	108.2	107.0	336.4	61.3	7.35
108	298.1	32.9	30.2	47.7	56.9	0.908	0.684	112.5	108.2	108.0	337.3	61.3	7.43
109	298.1	32.9	31.4	48.0	56.9	0.909	0.684	112.6	108.2	109.0	338.3	61.3	7.52
110	298.2	32.9	32.6	48.3	56.9	0.910	0.684	112.6	108.3	110.0	339.3	61.2	7.60
111	298.2	32.9	33.8	48.6	57.0	0.911	0.684	112.6	108.3	111.0	340.3	61.2	7.69
112	298.2	32.8	35.0	49.0	57.0	0.912	0.684	112.6	108.3	112.0	341.3	61.2	7.78
113	298.2	32.8	36.2	49.3	57.0	0.913	0.684	112.7	108.3	113.0	342.3	61.2	7.87
114	298.2	32.8	37.4	49.6	57.0	0.914	0.684	112.7	108.4	114.0	343.3	61.1	7.97
115	298.2	32.8	38.7	49.9	57.1	0.915	0.684	112.7	108.4	115.0	344.3	61.1	8.06

Year	N
2007	4
2008	4
2009	8
2010	8
2011	18
2012	9
2013	10
2014	9
2015	11
2016	10
2017	16
2018	15
Total	122



#0164NZC Northern June Aquilids α=298.3, δ=-7.1, λs=86 [注釈を読む]

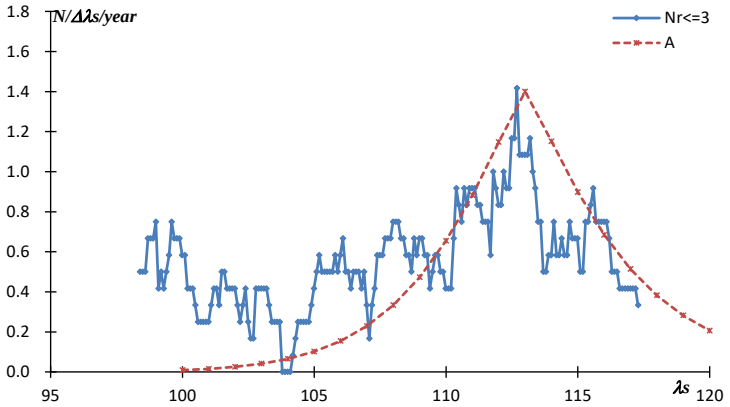




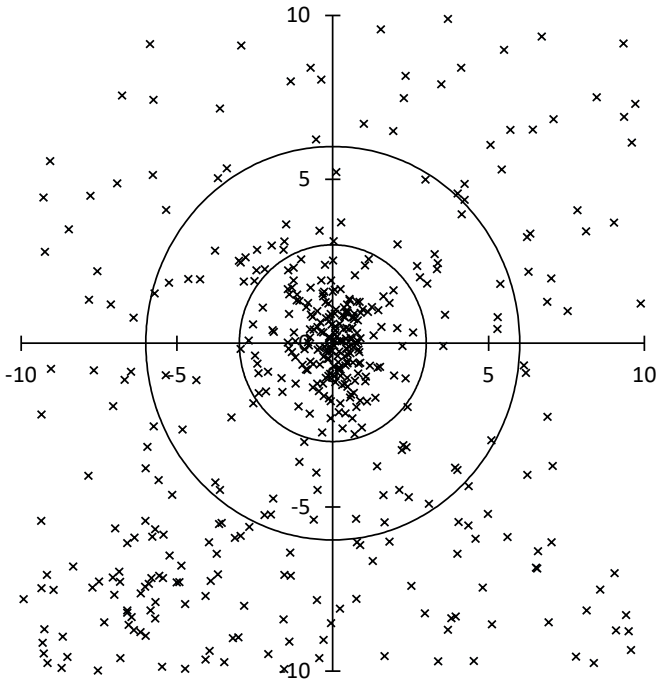
Code	λs	λ-λs	β
NZC02	108.09	208.8	13.3
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	112.5	14	
DR3	99.5	25.5	
DR10	103.5	63.8	
DR15	101.5	89.6	

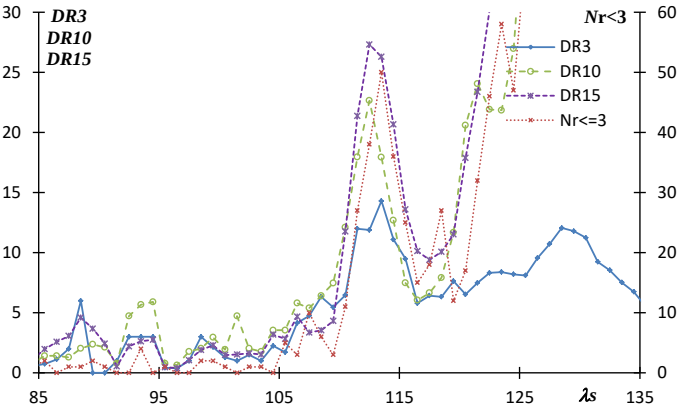
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
95	210.0	12.2	304.4	-7.2	40.0	0.951	0.099	40.9	328.3	95.0	70.0	-20.1	2.03
100	209.5	12.3	308.6	-6.0	39.3	0.946	0.107	39.0	327.2	100.0	73.4	-19.9	1.98
101	209.4	12.4	309.5	-5.7	39.2	0.945	0.109	38.6	327.0	101.0	74.1	-19.9	1.97
102	209.3	12.4	310.3	-5.5	39.1	0.944	0.110	38.2	326.8	102.0	74.8	-19.8	1.97
103	209.1	12.4	311.1	-5.2	39.0	0.943	0.112	37.9	326.5	103.0	75.4	-19.8	1.96
104	209.0	12.4	312.0	-4.9	38.8	0.942	0.113	37.5	326.3	104.0	76.1	-19.8	1.95
105	208.9	12.5	312.8	-4.7	38.7	0.941	0.115	37.2	326.1	105.0	76.8	-19.7	1.94
106	208.8	12.5	313.6	-4.4	38.6	0.940	0.117	36.8	325.8	106.0	77.5	-19.7	1.93
107	208.7	12.5	314.5	-4.1	38.5	0.939	0.118	36.5	325.6	107.0	78.2	-19.6	1.93
108	208.6	12.5	315.3	-3.9	38.3	0.937	0.120	36.2	325.4	108.0	78.9	-19.6	1.92
109	208.5	12.6	316.1	-3.6	38.2	0.936	0.122	35.8	325.1	109.0	79.5	-19.5	1.91
110	208.4	12.6	316.9	-3.3	38.1	0.935	0.123	35.5	324.9	110.0	80.2	-19.5	1.90
111	208.2	12.6	317.8	-3.0	37.9	0.934	0.125	35.2	324.7	111.0	80.9	-19.5	1.90
112	208.1	12.7	318.6	-2.7	37.8	0.933	0.127	34.9	324.4	112.0	81.6	-19.4	1.89
113	208.0	12.7	319.4	-2.4	37.7	0.932	0.129	34.5	324.2	113.0	82.3	-19.4	1.88
114	207.9	12.7	320.2	-2.2	37.6	0.930	0.130	34.2	324.0	114.0	83.0	-19.3	1.87
115	207.8	12.7	321.0	-1.9	37.4	0.929	0.132	33.9	323.7	115.0	83.7	-19.3	1.87
116	207.7	12.8	321.8	-1.6	37.3	0.928	0.134	33.6	323.5	116.0	84.4	-19.2	1.86
117	207.6	12.8	322.6	-1.2	37.2	0.927	0.136	33.3	323.3	117.0	85.0	-19.2	1.85
118	207.5	12.8	323.5	-0.9	37.1	0.925	0.138	33.0	323.0	118.0	85.7	-19.1	1.84
120	207.2	12.9	325.1	-0.3	36.8	0.923	0.141	32.4	322.5	120.0	87.1	-19.0	1.83

Year	N
2007	0
2008	8
2009	14
2010	8
2011	28
2012	7
2013	9
2014	4
2015	7
2016	15
2017	12
2018	19
Total	131



#0444ZCS zeta Cassiopeiids α=6.9, δ=50.7, λs=113.2 [注釈を読む]

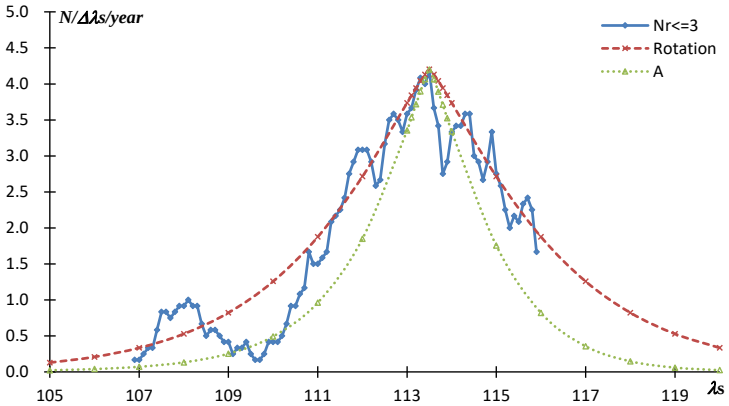




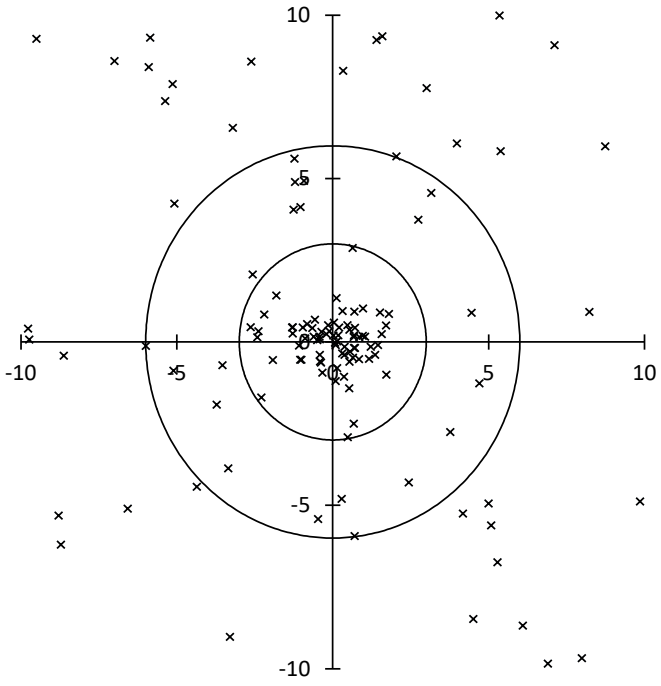
Code	λs	λ-λs	β
ZCS03	111.5	277.8	43.0
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	113.5	50	
DR3	113.5	14.3	
DR10	112.5	22.6	
DR15	112.5	27.3	

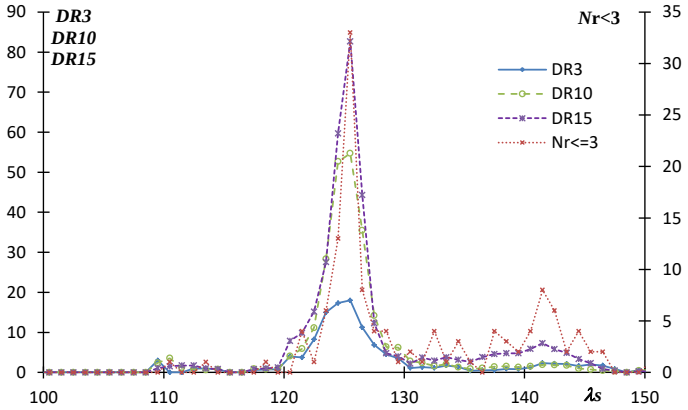
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λΠ	βΠ	a
105	275.4	45.2	355.1	48.4	54.1	0.790	1.007	102.7	168.2	105.0	287.6	11.5	4.79
106	275.7	44.9	356.5	48.7	54.4	0.807	1.006	103.3	167.6	106.0	288.9	12.0	5.22
107	276.0	44.6	357.9	49.0	54.8	0.825	1.005	103.9	167.0	107.0	290.2	12.6	5.75
108	276.4	44.3	359.3	49.3	55.2	0.843	1.004	104.4	166.4	108.0	291.4	13.1	6.40
109	276.7	44.1	0.8	49.6	55.5	0.862	1.002	105.0	165.9	109.0	292.7	13.6	7.24
110	277.0	43.8	2.2	49.9	55.9	0.880	1.001	105.5	165.3	110.0	294.0	14.2	8.34
111	277.3	43.5	3.7	50.2	56.3	0.899	1.000	106.1	164.7	111.0	295.3	14.7	9.87
112	277.6	43.2	5.2	50.5	56.6	0.918	0.998	106.6	164.2	112.0	296.6	15.1	12.11
113	277.9	43.0	6.7	50.8	57.0	0.937	0.997	107.2	163.6	113.0	298.0	15.6	15.73
113.1	277.9	42.9	6.8	50.8	57.1	0.939	0.996	107.2	163.6	113.1	298.1	15.7	16.22
113.2	278.0	42.9	7.0	50.9	57.1	0.941	0.996	107.3	163.5	113.2	298.2	15.7	16.74
113.3	278.0	42.9	7.1	50.9	57.1	0.942	0.996	107.4	163.5	113.3	298.4	15.7	17.30
113.4	278.0	42.9	7.3	50.9	57.2	0.944	0.996	107.4	163.4	113.4	298.5	15.8	17.90
113.5	278.1	42.8	7.4	50.9	57.2	0.946	0.996	107.5	163.4	113.5	298.6	15.8	18.53
113.6	278.1	42.8	7.6	51.0	57.2	0.948	0.996	107.5	163.3	113.6	298.8	15.9	19.22
113.7	278.1	42.8	7.8	51.0	57.3	0.950	0.995	107.6	163.3	113.7	298.9	15.9	19.96
113.8	278.1	42.8	7.9	51.0	57.3	0.952	0.995	107.6	163.2	113.8	299.0	16.0	20.76
113.9	278.2	42.7	8.1	51.0	57.3	0.954	0.995	107.7	163.2	113.9	299.2	16.0	21.63
114	278.2	42.7	8.2	51.1	57.4	0.956	0.995	107.7	163.1	114.0	299.3	16.1	22.58
115	278.5	42.4	9.7	51.4	57.8	0.975	0.993	108.3	162.6	115.0	300.6	16.5	40.38
116	278.8	42.1	11.3	51.6	58.1	0.995	0.992	108.8	162.1	116.0	302.0	16.9	200.37

Year	N
2007	0
2008	3
2009	30
2010	34
2011	45
2012	17
2013	9
2014	7
2015	16
2016	5
2017	22
2018	25
Total	213



#0184GDR July gamma Draconids α=280.1, δ=51.1, λs=125.3

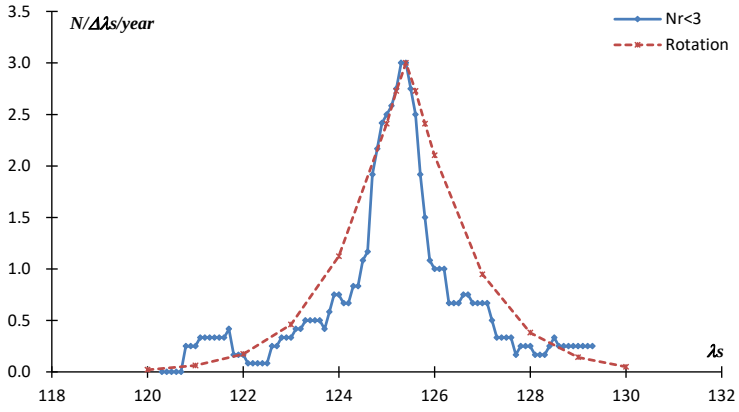




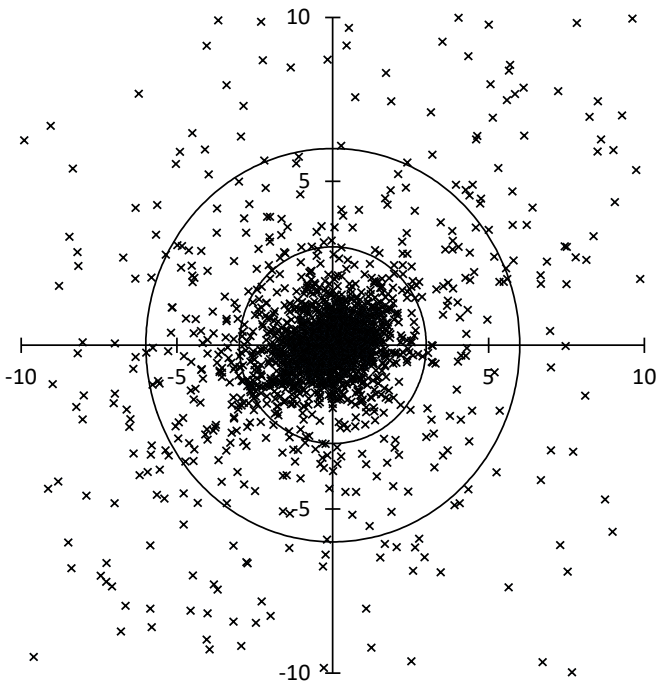
Code	λs	λ-λs	β
GDR06	124.6	167.9	73.0
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	125.5	33	
DR3	125.5	18.0	
DR10	125.5	54.7	
DR15	125.5	82.7	

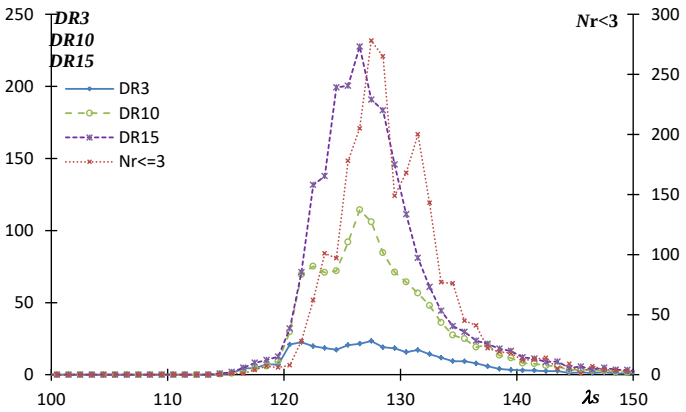
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
120	175.1	72.1	281.6	49.7	29.2	1.018	0.969	42.8	204.8	120.0	318.7	-16.5	-53.76
121	173.8	72.4	281.4	49.9	28.9	1.006	0.971	42.3	204.4	121.0	319.5	-16.1	-165.49
122	172.5	72.6	281.2	50.1	28.5	0.994	0.972	41.8	204.0	122.0	320.3	-15.7	153.16
123	171.2	72.8	281.0	50.2	28.1	0.981	0.974	41.3	203.6	123.0	321.2	-15.3	52.32
124	169.9	72.9	280.7	50.4	27.8	0.969	0.975	40.8	203.2	124.0	322.0	-14.9	31.54
125	168.5	73.1	280.5	50.5	27.4	0.957	0.977	40.3	202.8	125.0	322.8	-14.5	22.56
125.1	168.4	73.1	280.5	50.6	27.3	0.955	0.977	40.2	202.8	125.1	322.9	-14.5	21.94
125.2	168.2	73.2	280.5	50.6	27.3	0.954	0.977	40.2	202.7	125.2	322.9	-14.4	21.35
125.3	168.1	73.2	280.4	50.6	27.3	0.953	0.977	40.1	202.7	125.3	323.0	-14.4	20.79
125.4	168.0	73.2	280.4	50.6	27.2	0.952	0.977	40.1	202.6	125.4	323.1	-14.4	20.26
125.5	167.8	73.2	280.4	50.6	27.2	0.951	0.977	40.0	202.6	125.5	323.2	-14.3	19.75
125.6	167.7	73.2	280.4	50.6	27.2	0.949	0.978	40.0	202.6	125.6	323.3	-14.3	19.27
125.7	167.5	73.2	280.3	50.6	27.1	0.948	0.978	39.9	202.5	125.7	323.3	-14.2	18.81
125.8	167.4	73.3	280.3	50.6	27.1	0.947	0.978	39.9	202.5	125.8	323.4	-14.2	18.38
125.9	167.3	73.3	280.3	50.7	27.1	0.946	0.978	39.8	202.4	125.9	323.5	-14.2	17.96
126	167.1	73.3	280.3	50.7	27.0	0.944	0.978	39.8	202.4	126.0	323.6	-14.1	17.56
127	165.7	73.5	280.0	50.8	26.7	0.932	0.979	39.3	202.0	127.0	324.4	-13.7	14.37
128	164.3	73.6	279.8	50.9	26.3	0.919	0.981	38.8	201.6	128.0	325.2	-13.4	12.16
129	162.8	73.7	279.5	51.0	25.9	0.907	0.982	38.3	201.3	129.0	326.0	-13.0	10.54
130	161.3	73.9	279.2	51.1	25.6	0.894	0.983	37.8	200.9	130.0	326.8	-12.6	9.30

Year	N
2007	11
2008	11
2009	5
2010	8
2011	0
2012	2
2013	0
2014	18
2015	6
2016	5
2017	1
2018	7
Total	74



#0005SDA Southern delta Aquariids α=342.1, δ=-15.4, λs=125.6

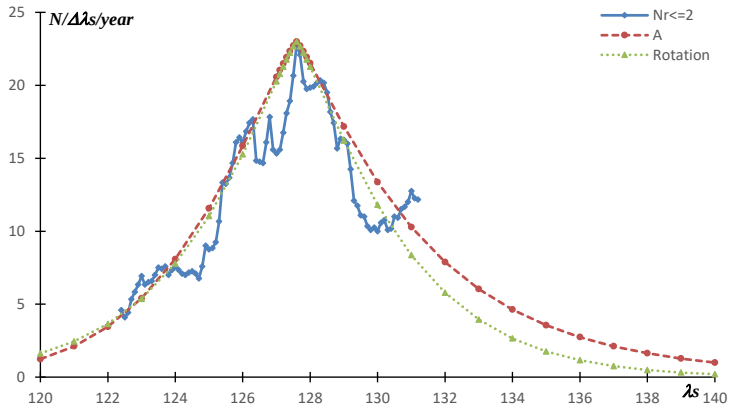




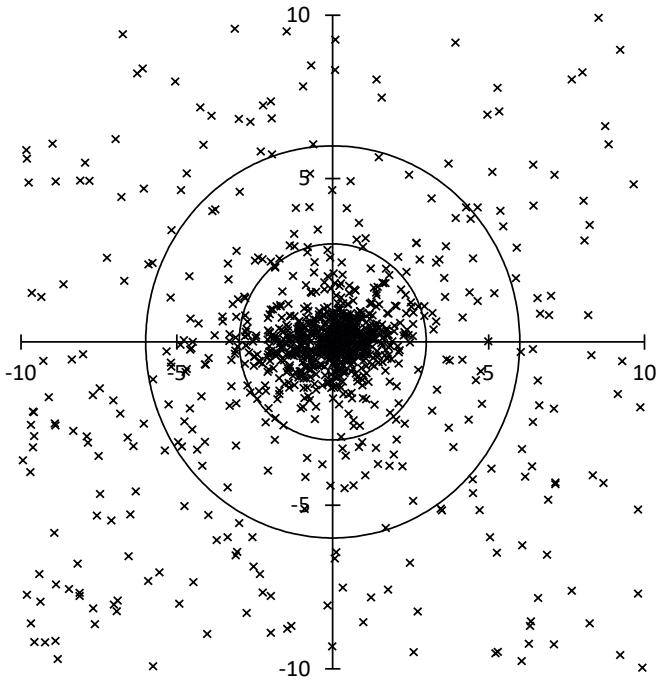
Code	λs	λ-λs	β
SDA09	126.8	208.8	-7.4
Δr=	2		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	127.5	278	
DR3	127.5	23.4	
DR10	126.5	114.3	
DR15	126.5	227.7	

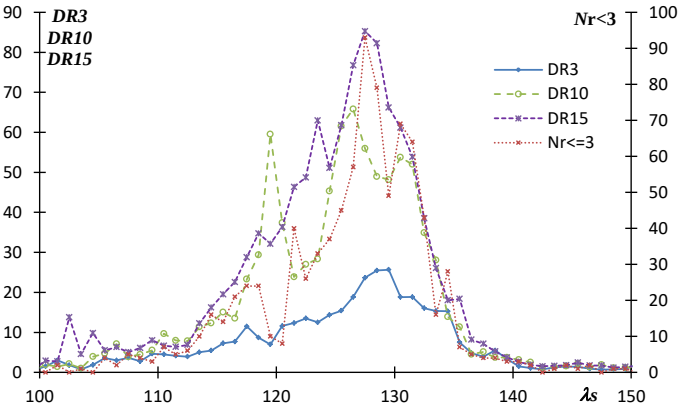
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
115	211.8	-6.0	331.1	-18.2	42.2	0.982	0.042	31.5	159.4	295.0	97.2	10.6	2.28
120	210.3	-6.6	334.8	-17.5	41.5	0.976	0.056	29.1	155.9	300.0	98.6	11.5	2.37
121	210.0	-6.7	335.5	-17.3	41.3	0.975	0.059	28.7	155.2	301.0	98.9	11.6	2.39
122	209.7	-6.8	336.3	-17.2	41.2	0.974	0.062	28.3	154.5	302.0	99.2	11.8	2.41
123	209.4	-6.9	337.0	-17.0	41.0	0.973	0.065	27.9	153.8	303.0	99.5	11.9	2.43
124	209.1	-7.0	337.7	-16.9	40.9	0.972	0.069	27.5	153.1	304.0	99.7	12.1	2.46
125	208.9	-7.1	338.5	-16.7	40.7	0.971	0.072	27.2	152.3	305.0	100.0	12.3	2.48
126	208.6	-7.2	339.2	-16.6	40.6	0.970	0.076	26.9	151.6	306.0	100.3	12.4	2.50
127	208.3	-7.4	339.9	-16.4	40.4	0.969	0.079	26.6	150.9	307.0	100.6	12.6	2.52
128	208.0	-7.5	340.6	-16.3	40.3	0.967	0.083	26.3	150.2	308.0	100.8	12.7	2.54
129	207.7	-7.6	341.3	-16.1	40.1	0.966	0.086	26.0	149.5	309.0	101.1	12.8	2.56
130	207.4	-7.7	342.1	-15.9	39.9	0.965	0.090	25.7	148.8	310.0	101.3	13.0	2.59
131	207.1	-7.8	342.8	-15.8	39.8	0.964	0.094	25.4	148.0	311.0	101.6	13.1	2.61
132	206.8	-7.9	343.5	-15.6	39.6	0.963	0.098	25.2	147.3	312.0	101.9	13.3	2.63
133	206.5	-8.0	344.2	-15.4	39.5	0.962	0.102	24.9	146.6	313.0	102.1	13.4	2.66
134	206.2	-8.2	344.9	-15.3	39.3	0.960	0.106	24.7	145.9	314.0	102.4	13.5	2.68
135	205.9	-8.3	345.6	-15.1	39.2	0.959	0.110	24.4	145.2	315.0	102.6	13.7	2.71
136	205.6	-8.4	346.4	-14.9	39.0	0.958	0.114	24.2	144.4	316.0	102.9	13.8	2.73
137	205.3	-8.5	347.1	-14.8	38.9	0.957	0.118	24.0	143.7	317.0	103.1	13.9	2.76
138	205.1	-8.6	347.8	-14.6	38.7	0.956	0.123	23.7	143.0	318.0	103.4	14.0	2.78
140	204.5	-8.8	349.2	-14.2	38.4	0.954	0.131	23.3	141.5	320.0	103.9	14.3	2.83

Year	N
2007	90
2008	90
2009	58
2010	100
2011	50
2012	198
2013	40
2014	234
2015	116
2016	177
2017	57
2018	224
Total	1434



#0001CAP alpha Capricornids α=306.6, δ=-8.2, λs=128.9

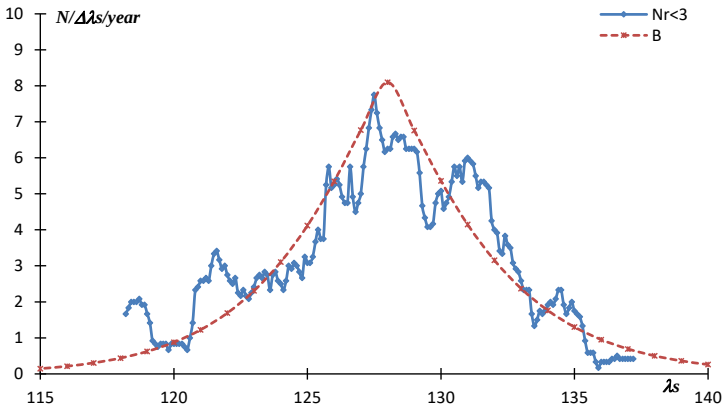




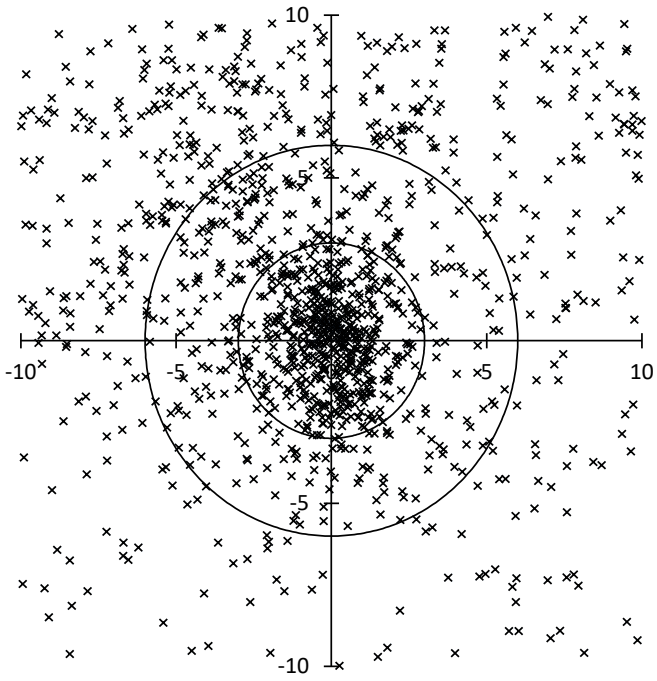
Code	λs	λ-λs	β
CAP04	127.9	179.3	9.9
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	127.5	93	
DR3	129.5	25.7	
DR10	126.5	65.8	
DR15	127.5	85.3	

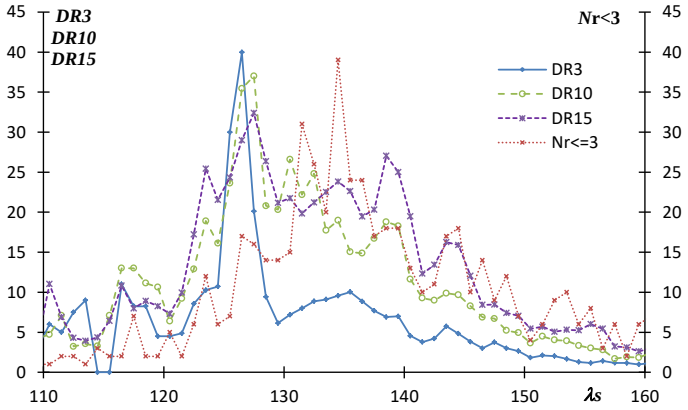
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
110	186.0	7.7	296.5	-13.3	25.5	0.795	0.469	7.3	282.5	110.0	32.6	-7.2	2.29
112	185.2	8.0	297.7	-12.9	25.1	0.791	0.484	7.3	280.7	112.0	32.8	-7.2	2.31
114	184.4	8.2	298.8	-12.4	24.7	0.786	0.500	7.3	278.9	114.0	33.0	-7.2	2.34
116	183.5	8.5	299.9	-12.0	24.3	0.782	0.515	7.3	277.1	116.0	33.2	-7.3	2.36
118	182.7	8.7	301.0	-11.5	23.9	0.778	0.530	7.3	275.4	118.0	33.4	-7.3	2.38
120	181.9	9.0	302.1	-11.0	23.5	0.773	0.545	7.3	273.7	120.0	33.7	-7.3	2.40
121	181.4	9.1	302.6	-10.8	23.3	0.771	0.552	7.3	272.8	121.0	33.8	-7.3	2.41
122	181.0	9.2	303.2	-10.5	23.1	0.769	0.559	7.3	272.0	122.0	34.0	-7.3	2.42
123	180.6	9.3	303.7	-10.3	22.9	0.767	0.566	7.3	271.1	123.0	34.1	-7.3	2.43
124	180.2	9.4	304.3	-10.0	22.8	0.765	0.574	7.3	270.3	124.0	34.3	-7.3	2.44
125	179.8	9.5	304.8	-9.8	22.6	0.762	0.581	7.2	269.4	125.0	34.4	-7.2	2.44
126	179.4	9.7	305.3	-9.5	22.4	0.760	0.588	7.2	268.6	126.0	34.6	-7.2	2.45
127	178.9	9.8	305.9	-9.3	22.2	0.758	0.595	7.2	267.8	127.0	34.7	-7.2	2.45
128	178.5	9.9	306.4	-9.1	22.0	0.755	0.602	7.2	266.9	128.0	34.9	-7.2	2.46
129	178.1	10.0	306.9	-8.8	21.8	0.753	0.609	7.2	266.1	129.0	35.1	-7.2	2.46
130	177.7	10.1	307.5	-8.5	21.6	0.750	0.615	7.2	265.3	130.0	35.3	-7.1	2.47
132	176.8	10.4	308.5	-8.0	21.2	0.745	0.629	7.1	263.7	132.0	35.6	-7.1	2.47
134	176.0	10.6	309.6	-7.5	20.8	0.740	0.642	7.1	262.1	134.0	36.0	-7.0	2.47
136	175.2	10.8	310.6	-7.0	20.4	0.735	0.655	7.0	260.5	136.0	36.4	-6.9	2.47
138	174.3	11.0	311.7	-6.5	20.0	0.730	0.668	7.0	259.0	138.0	36.9	-6.8	2.47
140	173.5	11.2	312.7	-6.0	19.6	0.724	0.680	6.9	257.4	140.0	37.3	-6.7	2.46

Year	N
2007	56
2008	42
2009	21
2010	70
2011	30
2012	88
2013	43
2014	63
2015	74
2016	81
2017	42
2018	127
Total	737



#0191ERI eta Eridanids α=45, δ=-12.9, λs=137.5

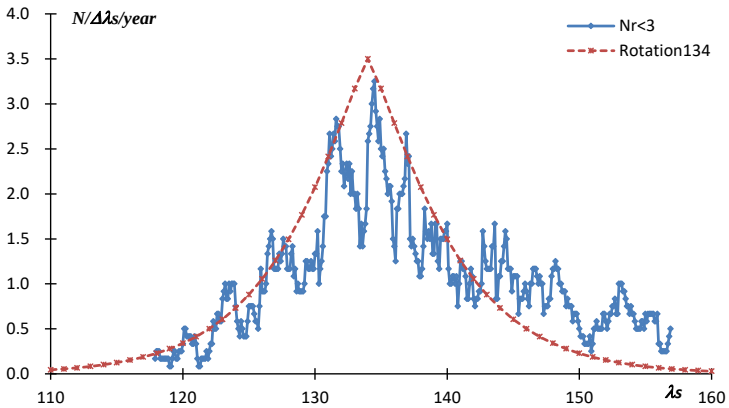




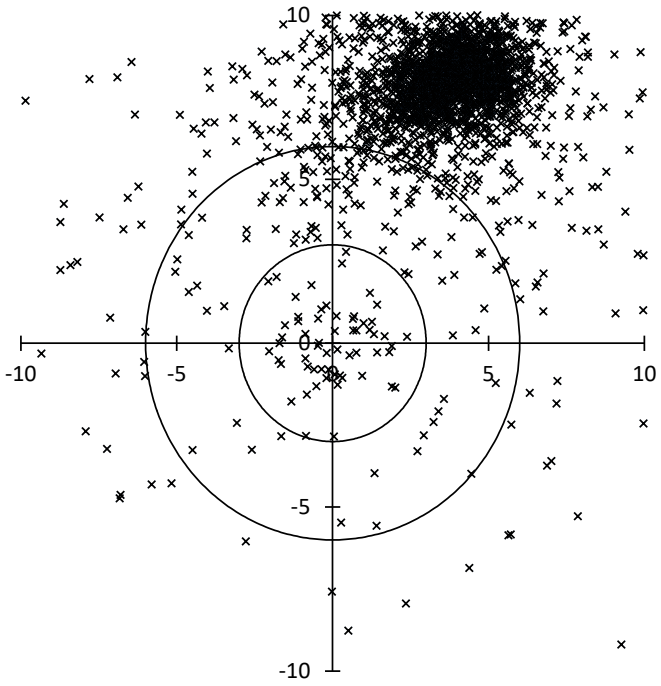
Code	λs	λ-λs	β
ERI01	137.6	260.6	-27.3
Δr=	3		
Δλs=	20		
	λs	max	
Nr<=3	134.5	39	
DR3	126.5	40.0	
DR10	127.5	37.0	
DR15	127.5	32.4	

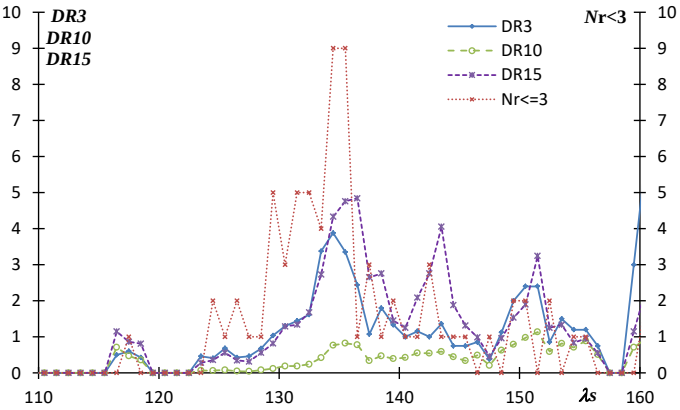
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λΠ	βΠ	a
120	259.8	-28.0	29.0	-18.2	63.8	0.935	0.951	131.1	29.7	300.0	279.4	21.9	14.62
125	259.8	-27.8	33.3	-16.2	63.9	0.931	0.951	131.5	29.8	305.0	284.3	21.8	13.70
126	259.9	-27.7	34.1	-15.9	63.9	0.930	0.951	131.5	29.8	306.0	285.2	21.8	13.51
127	259.9	-27.7	35.0	-15.5	63.9	0.929	0.951	131.6	29.8	307.0	286.2	21.8	13.33
128	259.9	-27.7	35.8	-15.1	63.9	0.928	0.950	131.6	29.8	308.0	287.1	21.8	13.16
129	259.9	-27.6	36.7	-14.8	63.9	0.927	0.950	131.7	29.8	309.0	288.1	21.8	12.98
130	259.9	-27.6	37.5	-14.4	63.9	0.926	0.950	131.8	29.9	310.0	289.1	21.8	12.81
131	259.9	-27.5	38.4	-14.1	63.9	0.925	0.950	131.8	29.9	311.0	290.0	21.8	12.63
132	260.0	-27.5	39.2	-13.7	63.9	0.924	0.950	131.9	29.9	312.0	291.0	21.8	12.46
133	260.0	-27.5	40.1	-13.4	63.9	0.923	0.950	132.0	29.9	313.0	292.0	21.8	12.29
134	260.0	-27.4	40.9	-13.0	63.9	0.922	0.949	132.0	29.9	314.0	292.9	21.7	12.13
135	260.0	-27.4	41.8	-12.7	64.0	0.921	0.949	132.1	29.9	315.0	293.9	21.7	11.96
136	260.0	-27.3	42.7	-12.3	64.0	0.920	0.949	132.1	30.0	316.0	294.9	21.7	11.80
137	260.0	-27.3	43.5	-12.0	64.0	0.918	0.949	132.2	30.0	317.0	295.8	21.7	11.64
138	260.0	-27.3	44.4	-11.7	64.0	0.917	0.949	132.3	30.0	318.0	296.8	21.7	11.48
139	260.1	-27.2	45.2	-11.4	64.0	0.916	0.948	132.3	30.0	319.0	297.8	21.7	11.32
140	260.1	-27.2	46.1	-11.0	64.0	0.915	0.948	132.4	30.0	320.0	298.7	21.7	11.17
145	260.2	-27.0	50.4	-9.5	64.0	0.909	0.947	132.7	30.1	325.0	303.5	21.6	10.43
150	260.2	-26.8	54.8	-8.1	64.1	0.903	0.946	133.0	30.2	330.0	308.4	21.6	9.74
155	260.3	-26.6	59.2	-6.8	64.1	0.896	0.945	133.3	30.3	335.0	313.2	21.5	9.11
160	260.4	-26.4	63.6	-5.6	64.2	0.889	0.944	133.6	30.4	340.0	318.0	21.5	8.53

Year	N
2007	37
2008	35
2009	30
2010	57
2011	35
2012	78
2013	43
2014	29
2015	35
2016	47
2017	30
2018	54
Total	510



#0183PAU Piscis Austrinids α=340.7, δ=-25.7, λs=123.7 注釈を読む

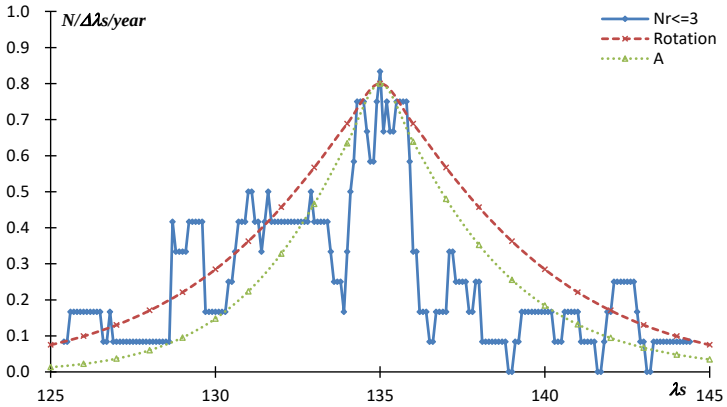




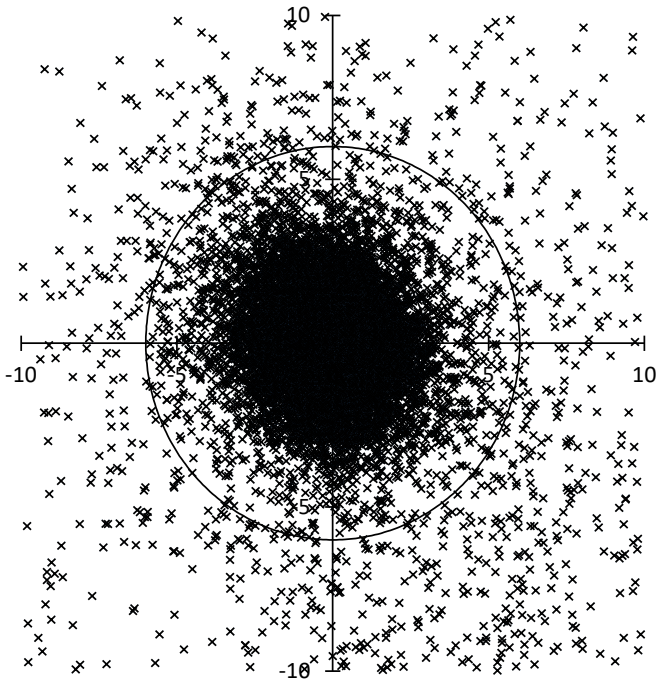
Code	λs	λ-λs	β
PAU05	135.1	210.8	-16.7
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	134.5	9	
DR3	134.5	3.9	
DR10	135.5	0.8	
DR15	136.5	4.8	

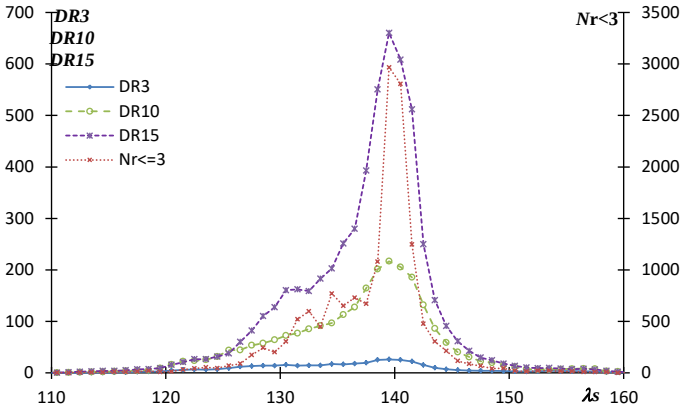
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
125	212.4	-15.7	345.4	-23.3	42.9	0.959	0.111	58.2	145.1	305.0	104.8	29.1	2.70
126	212.2	-15.7	346.2	-23.0	42.9	0.959	0.112	57.9	144.8	306.0	105.4	29.2	2.76
127	212.0	-15.7	347.0	-22.7	42.9	0.960	0.113	57.6	144.5	307.0	106.1	29.3	2.83
128	211.9	-15.8	347.8	-22.4	42.9	0.961	0.114	57.2	144.2	308.0	106.7	29.4	2.89
129	211.7	-15.8	348.6	-22.1	43.0	0.961	0.115	56.9	144.0	309.0	107.3	29.5	2.96
130	211.5	-15.8	349.4	-21.8	43.0	0.962	0.116	56.6	143.7	310.0	108.0	29.6	3.03
131	211.4	-15.8	350.2	-21.5	43.0	0.962	0.118	56.3	143.4	311.0	108.6	29.7	3.11
132	211.2	-15.8	351.0	-21.2	43.0	0.963	0.119	55.9	143.1	312.0	109.2	29.8	3.19
133	211.0	-15.9	351.8	-20.9	43.0	0.963	0.120	55.6	142.9	313.0	109.8	29.9	3.27
134	210.9	-15.9	352.5	-20.5	43.0	0.964	0.121	55.3	142.6	314.0	110.5	30.0	3.36
135	210.7	-15.9	353.3	-20.2	43.0	0.965	0.122	55.0	142.3	315.0	111.1	30.1	3.45
136	210.5	-15.9	354.1	-19.9	43.0	0.965	0.124	54.7	142.0	316.0	111.7	30.1	3.55
137	210.4	-15.9	354.9	-19.6	43.0	0.966	0.125	54.4	141.7	317.0	112.3	30.2	3.65
138	210.2	-16.0	355.7	-19.3	43.0	0.967	0.126	54.0	141.4	318.0	112.9	30.3	3.77
139	210.0	-16.0	356.4	-19.0	43.0	0.967	0.127	53.7	141.1	319.0	113.5	30.4	3.88
140	209.8	-16.0	357.2	-18.7	43.0	0.968	0.128	53.4	140.8	320.0	114.1	30.5	4.01
141	209.7	-16.0	358.0	-18.4	43.1	0.969	0.130	53.1	140.5	321.0	114.7	30.6	4.14
142	209.5	-16.0	358.8	-18.1	43.1	0.969	0.131	52.8	140.2	322.0	115.3	30.6	4.29
143	209.3	-16.1	359.5	-17.7	43.1	0.970	0.132	52.5	139.9	323.0	115.9	30.7	4.44
144	209.2	-16.1	0.3	-17.4	43.1	0.971	0.134	52.2	139.6	324.0	116.5	30.8	4.60
145	209.0	-16.1	1.1	-17.1	43.1	0.972	0.135	51.9	139.3	325.0	117.1	30.9	4.78

Year	N
2007	6
2008	6
2009	1
2010	11
2011	4
2012	3
2013	3
2014	4
2015	4
2016	5
2017	3
2018	9
Total	59



#0007PER Perseids α=46.8, δ=57.77, λs=140.19 注釈を読む

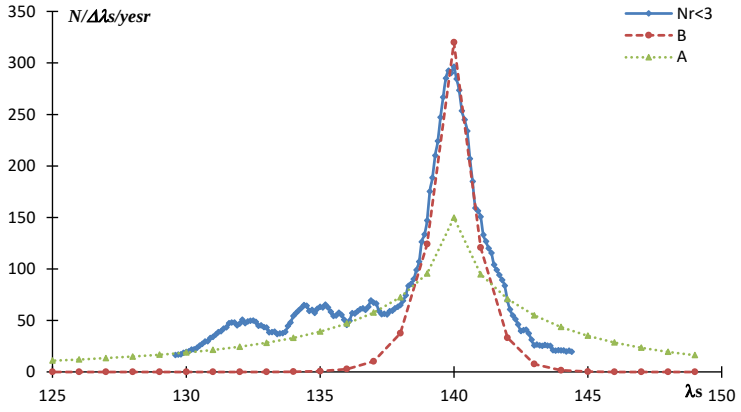




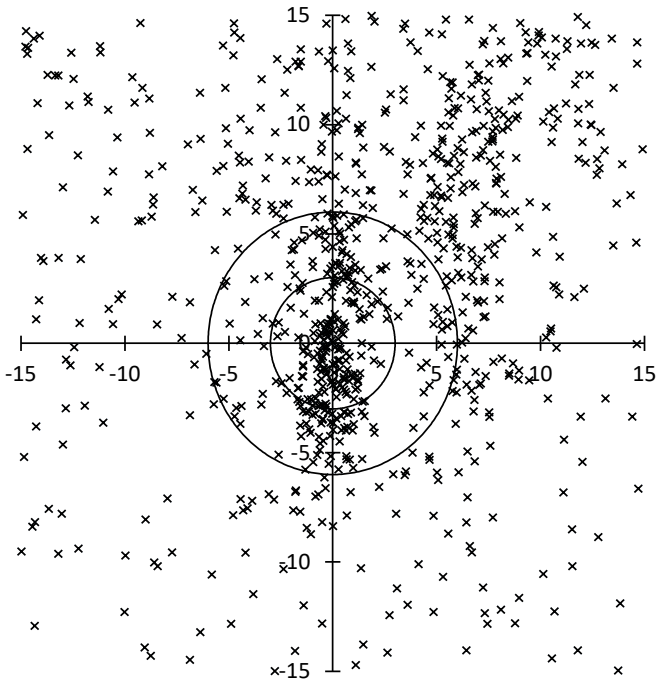
Code	λs	λ-λs	β
PER04	137	283.3	38.3
Δr=	3		
Δλs=	8		
	λs	max	
Nr<=3	139.5	2967	
DR3	139.5	26.3	
DR10	139.5	216.9	
DR15	139.5	660.3	

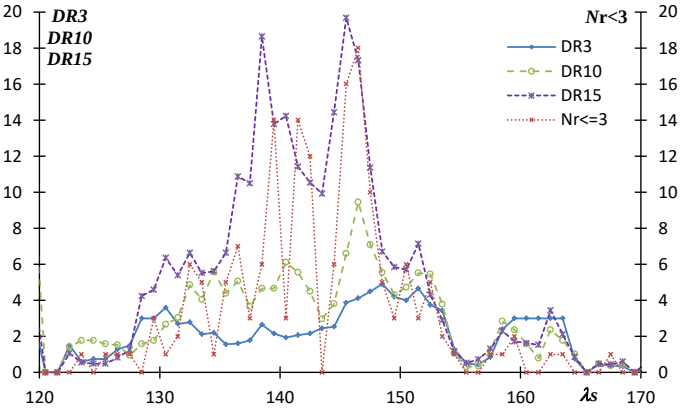
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
120	282.9	39.7	21.9	52.6	58.6	0.962	0.957	111.4	151.7	120.0	311.1	26.2	25.16
125	282.9	39.3	27.9	54.1	58.6	0.953	0.955	111.8	151.3	125.0	316.5	26.5	20.21
128	283.0	39.2	31.7	55.0	58.7	0.947	0.953	112.0	151.1	128.0	319.7	26.6	18.03
129	283.0	39.1	33.0	55.3	58.7	0.945	0.953	112.1	151.0	129.0	320.8	26.7	17.40
130	283.0	39.0	34.3	55.5	58.7	0.943	0.953	112.2	150.9	130.0	321.9	26.8	16.80
131	283.0	39.0	35.6	55.8	58.7	0.941	0.952	112.3	150.8	131.0	323.0	26.8	16.25
132	283.0	38.9	36.9	56.1	58.7	0.939	0.952	112.4	150.7	132.0	324.0	26.9	15.72
133	283.0	38.8	38.3	56.3	58.7	0.938	0.951	112.4	150.6	133.0	325.1	26.9	15.23
134	283.1	38.8	39.6	56.6	58.7	0.936	0.951	112.5	150.6	134.0	326.2	27.0	14.77
135	283.1	38.7	41.0	56.8	58.8	0.934	0.950	112.6	150.5	135.0	327.3	27.1	14.33
136	283.1	38.6	42.4	57.1	58.8	0.932	0.950	112.7	150.4	136.0	328.4	27.1	13.91
137	283.1	38.6	43.8	57.3	58.8	0.930	0.950	112.8	150.3	137.0	329.5	27.2	13.52
138	283.1	38.5	45.2	57.5	58.8	0.928	0.949	112.9	150.2	138.0	330.5	27.3	13.14
139	283.1	38.4	46.6	57.8	58.8	0.926	0.949	112.9	150.1	139.0	331.6	27.3	12.79
140	283.1	38.4	48.1	58.0	58.8	0.924	0.948	113.0	150.0	140.0	332.7	27.4	12.45
141	283.1	38.3	49.5	58.2	58.8	0.922	0.948	113.1	149.9	141.0	333.8	27.5	12.13
142	283.2	38.2	51.0	58.4	58.8	0.920	0.947	113.2	149.8	142.0	334.9	27.5	11.82
143	283.2	38.2	52.5	58.6	58.9	0.918	0.947	113.3	149.7	143.0	336.0	27.6	11.53
144	283.2	38.1	54.0	58.7	58.9	0.916	0.946	113.3	149.6	144.0	337.1	27.7	11.25
145	283.2	38.1	55.5	58.9	58.9	0.914	0.946	113.4	149.5	145.0	338.2	27.7	10.98
150	283.3	37.7	63.2	59.6	59.0	0.904	0.943	113.8	149.1	150.0	343.6	28.1	9.80

Year	N
2007	2067
2008	929
2009	604
2010	1151
2011	1232
2012	1063
2013	1627
2014	494
2015	697
2016	1950
2017	660
2018	1519
Total	13993



#0012KCG kappa Cygnids α=286.2, δ=59.1, λs=145.2 注釈を読む

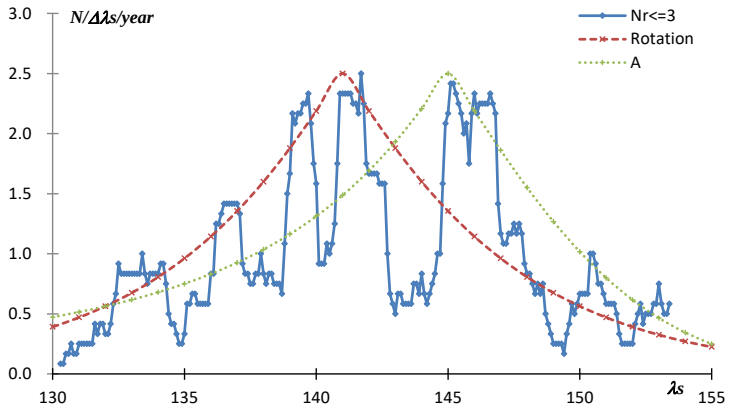




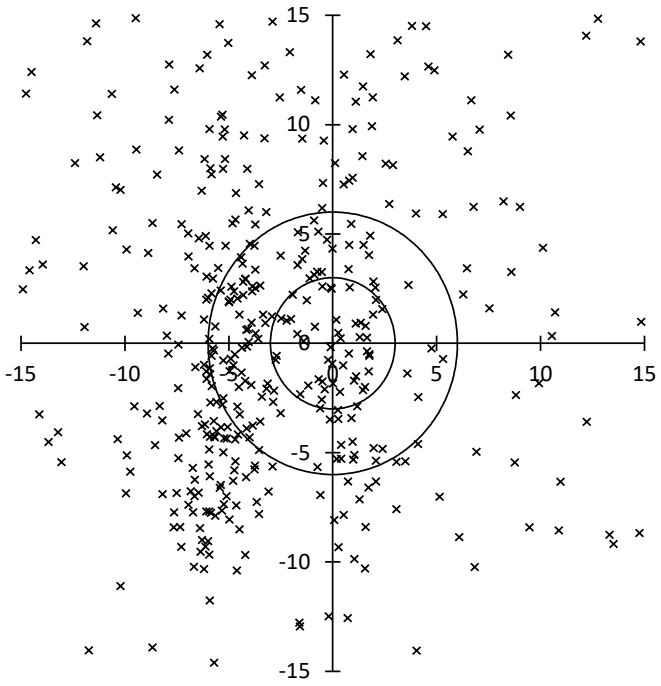
Code	λs	λ-λs	β
*KCG04	142	168.0	74.0
Δx=	3	Δy=	6
Δλs=	12	θ=	-20
	λs	max	
Nr<=3	146.5	18	
DR3	148.5	4.9	
DR10	146.5	9.5	
DR15	145.5	19.7	

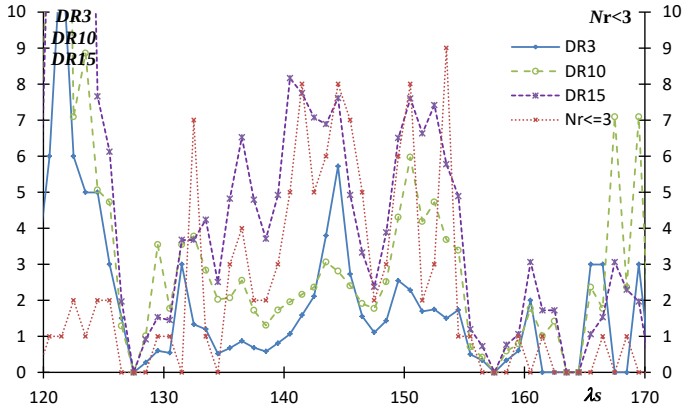
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
125	153.2	61.7	275.0	38.4	19.4	0.719	0.957	27.1	210.3	125.0	332.5	-13.3	3.40
130	155.6	64.9	278.8	41.9	20.3	0.718	0.961	29.2	209.1	130.0	335.9	-13.7	3.41
134	158.0	67.4	281.7	44.9	21.0	0.714	0.965	30.9	207.9	134.0	338.4	-13.9	3.38
135	158.7	68.0	282.4	45.6	21.2	0.713	0.966	31.3	207.6	135.0	339.1	-13.9	3.37
136	159.4	68.7	283.1	46.4	21.4	0.712	0.967	31.8	207.3	136.0	339.7	-14.0	3.36
137	160.1	69.3	283.7	47.1	21.5	0.710	0.968	32.2	206.9	137.0	340.3	-14.0	3.34
138	160.9	69.9	284.4	47.9	21.7	0.709	0.969	32.6	206.6	138.0	340.9	-14.0	3.33
139	161.7	70.5	285.0	48.7	21.9	0.707	0.970	33.1	206.2	139.0	341.4	-14.0	3.31
140	162.6	71.1	285.6	49.4	22.1	0.705	0.971	33.5	205.9	140.0	342.0	-13.9	3.29
141	163.6	71.7	286.2	50.2	22.2	0.703	0.972	33.9	205.5	141.0	342.6	-13.9	3.27
142	164.6	72.3	286.7	51.0	22.4	0.700	0.973	34.4	205.1	142.0	343.2	-13.9	3.25
143	165.7	72.9	287.3	51.8	22.6	0.698	0.975	34.8	204.7	143.0	343.7	-13.8	3.23
144	166.8	73.5	287.8	52.6	22.7	0.695	0.976	35.2	204.3	144.0	344.3	-13.7	3.20
145	168.1	74.1	288.3	53.4	22.9	0.693	0.977	35.7	203.9	145.0	344.8	-13.7	3.18
146	169.4	74.6	288.8	54.2	23.1	0.690	0.978	36.1	203.5	146.0	345.3	-13.6	3.15
147	170.8	75.2	289.3	55.0	23.3	0.687	0.979	36.5	203.0	147.0	345.8	-13.5	3.12
148	172.3	75.7	289.7	55.8	23.4	0.683	0.980	37.0	202.6	148.0	346.4	-13.3	3.10
149	174.0	76.3	290.1	56.6	23.6	0.680	0.981	37.4	202.1	149.0	346.9	-13.2	3.07
150	175.8	76.8	290.5	57.4	23.8	0.677	0.983	37.8	201.6	150.0	347.4	-13.0	3.04
155	187.2	79.2	291.9	61.5	24.7	0.657	0.988	40.0	198.9	155.0	349.7	-12.0	2.88
160	203.9	81.0	292.1	65.6	25.5	0.635	0.994	42.1	195.9	160.0	351.9	-10.6	2.72

Year	N
2007	135
2008	2
2009	5
2010	8
2011	2
2012	7
2013	20
2014	93
2015	4
2016	5
2017	0
2018	2
Total	283



*AXD August xi Draconids α=277.1, δ=51.2, λs=140 注釈を読む

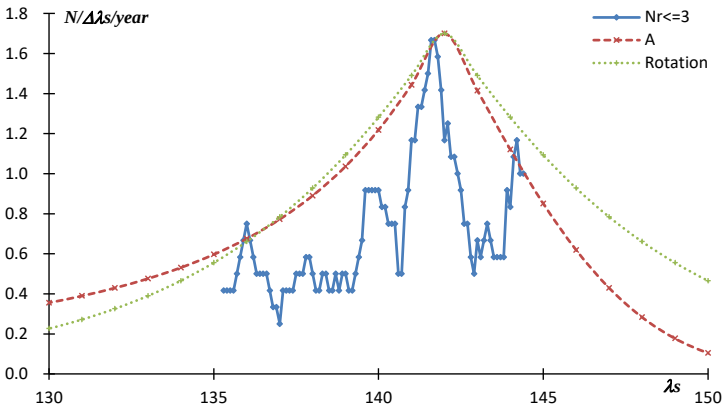




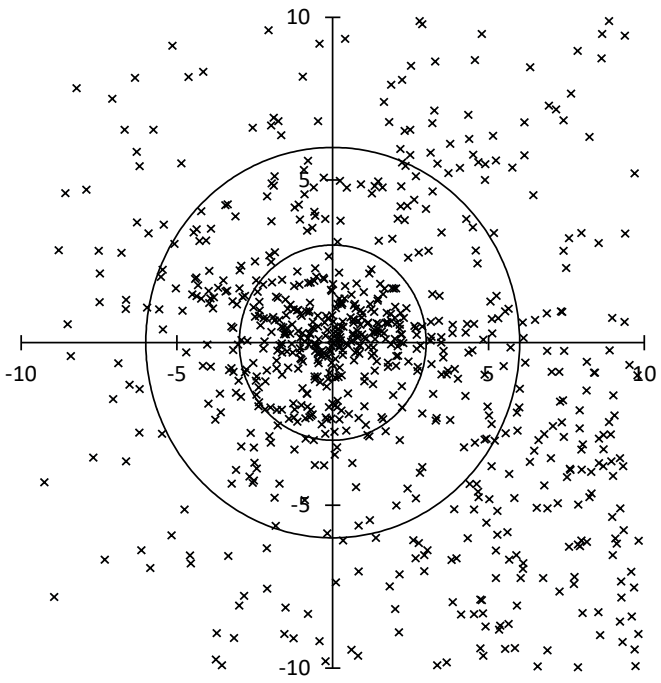
Code	λs	λ-λs	β
*AXD	140	146.6	77.2
Δx=	3	Δy=	6
Δλs=	5	θ=	0
	λs	max	
Nr<=3	141.5	8	
DR3	143.5	3.8	
DR10	143.5	3.1	
DR15	140.5	8.2	

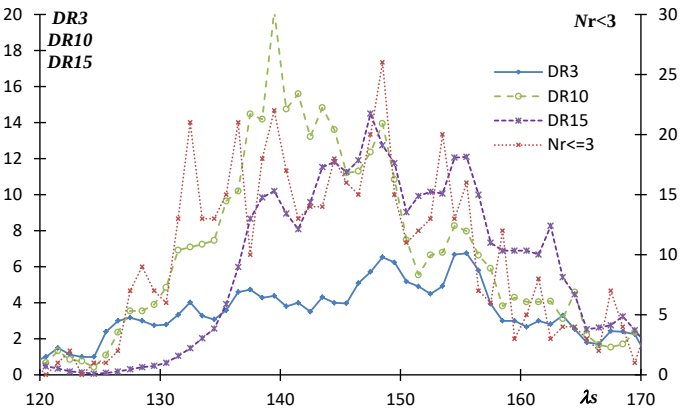
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
125	152.3	55.8	274.9	32.5	17.6	0.676	0.946	23.2	214.0	125.0	336.8	-12.7	2.92
130	151.2	62.0	276.7	38.8	18.4	0.675	0.962	25.8	209.5	130.0	337.0	-12.4	2.96
134	149.9	66.9	277.5	43.8	19.0	0.671	0.975	27.9	205.4	134.0	336.8	-11.6	2.96
135	149.5	68.1	277.6	45.0	19.2	0.669	0.978	28.4	204.4	135.0	336.7	-11.3	2.95
136	149.0	69.3	277.6	46.3	19.4	0.667	0.981	28.8	203.3	136.0	336.6	-11.0	2.95
137	148.5	70.6	277.6	47.5	19.5	0.665	0.984	29.3	202.1	137.0	336.5	-10.6	2.94
138	148.0	71.8	277.5	48.7	19.7	0.663	0.987	29.8	200.9	138.0	336.4	-10.2	2.93
139	147.3	73.0	277.3	50.0	19.8	0.660	0.990	30.3	199.7	139.0	336.2	-9.8	2.91
140	146.5	74.2	277.1	51.2	20.0	0.657	0.992	30.7	198.5	140.0	336.0	-9.3	2.90
141	145.7	75.4	276.8	52.4	20.2	0.654	0.995	31.2	197.2	141.0	335.9	-8.8	2.88
142	144.6	76.6	276.4	53.6	20.3	0.651	0.998	31.6	195.9	142.0	335.7	-8.3	2.86
143	143.4	77.8	275.9	54.7	20.5	0.648	1.000	32.0	194.6	143.0	335.4	-7.7	2.84
144	141.9	79.0	275.3	55.9	20.6	0.645	1.002	32.5	193.2	144.0	335.2	-7.0	2.82
145	140.0	80.2	274.6	57.0	20.8	0.641	1.004	32.9	191.8	145.0	334.9	-6.4	2.80
146	137.6	81.4	273.8	58.1	21.0	0.637	1.006	33.3	190.3	146.0	334.7	-5.7	2.77
147	134.5	82.6	272.9	59.2	21.1	0.633	1.007	33.7	188.9	147.0	334.4	-4.9	2.75
148	130.3	83.7	271.8	60.3	21.3	0.629	1.008	34.1	187.3	148.0	334.1	-4.1	2.72
149	124.3	84.8	270.6	61.3	21.4	0.625	1.009	34.5	185.8	149.0	333.8	-3.3	2.69
150	115.3	85.8	269.2	62.3	21.6	0.621	1.010	34.9	184.2	150.0	333.4	-2.4	2.67
155	19.6	85.9	259.7	66.6	22.4	0.599	1.009	36.7	175.4	155.0	331.3	2.7	2.52
160	353.4	80.4	245.3	69.1	23.2	0.578	0.997	38.2	165.5	160.0	328.5	8.9	2.36

Year	N
2007	21
2008	2
2009	7
2010	7
2011	7
2012	9
2013	8
2014	2
2015	6
2016	7
2017	3
2018	9
Total	88



#0026NDA Northern delta Aquariids α=344.7, δ=0.4, λs=139.0 注釈を読む

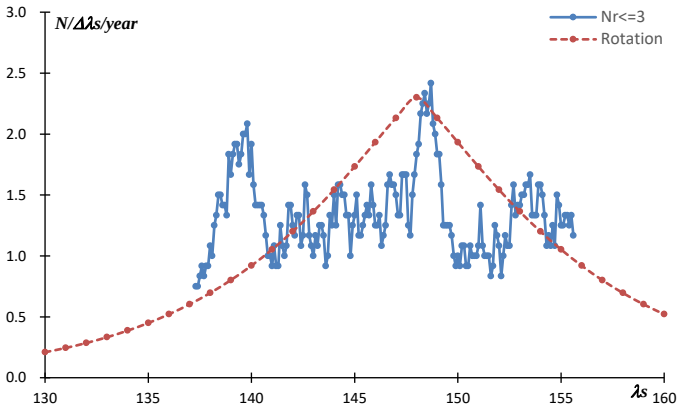




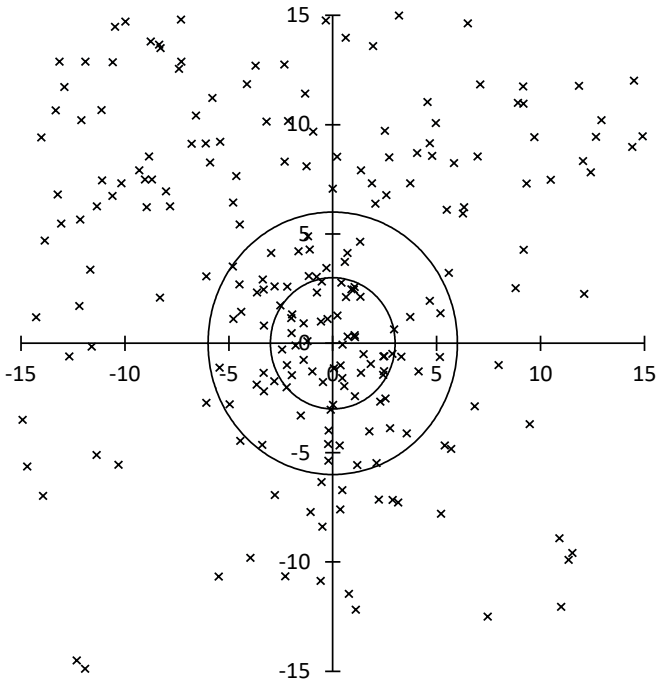
Code	λs	λ-λs	β
NDA06	147	207.3	6.9
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	148.5	26	
DR3	155.5	6.7	
DR10	139.5	20.2	
DR15	147.5	14.5	

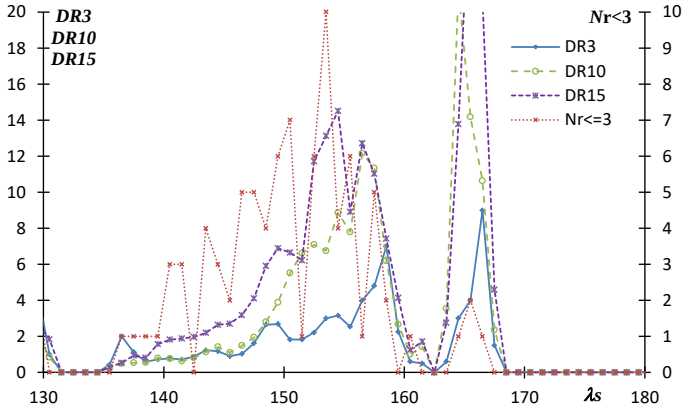
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
130	208.9	6.1	338.2	-2.5	40.0	0.968	0.071	22.8	332.9	130.0	104.7	-10.2	2.21
135	208.4	6.4	342.2	-0.7	39.5	0.964	0.079	22.1	331.4	135.0	108.2	-10.4	2.20
138	208.0	6.5	344.6	0.5	39.2	0.962	0.084	21.8	330.5	138.0	110.3	-10.5	2.19
139	207.9	6.5	345.4	0.9	39.1	0.961	0.086	21.7	330.2	139.0	111.0	-10.6	2.19
140	207.8	6.6	346.2	1.2	39.0	0.960	0.088	21.5	329.9	140.0	111.7	-10.6	2.18
141	207.7	6.6	347.0	1.6	38.9	0.959	0.089	21.4	329.6	141.0	112.4	-10.7	2.18
142	207.6	6.7	347.8	2.0	38.8	0.958	0.091	21.3	329.3	142.0	113.1	-10.7	2.18
143	207.5	6.7	348.6	2.4	38.7	0.957	0.093	21.2	329.0	143.0	113.8	-10.7	2.17
144	207.4	6.8	349.4	2.8	38.6	0.956	0.095	21.1	328.7	144.0	114.4	-10.8	2.17
145	207.2	6.8	350.2	3.2	38.5	0.956	0.096	21.0	328.4	145.0	115.1	-10.8	2.17
146	207.1	6.9	351.0	3.6	38.4	0.955	0.098	20.9	328.1	146.0	115.8	-10.9	2.16
147	207.0	6.9	351.8	4.0	38.3	0.954	0.100	20.8	327.8	147.0	116.5	-10.9	2.16
148	206.9	7.0	352.6	4.4	38.2	0.953	0.102	20.7	327.5	148.0	117.2	-10.9	2.16
149	206.8	7.0	353.4	4.8	38.1	0.952	0.103	20.6	327.2	149.0	117.9	-11.0	2.15
150	206.7	7.0	354.2	5.1	38.0	0.951	0.105	20.5	326.9	150.0	118.6	-11.0	2.15
151	206.6	7.1	354.9	5.5	37.9	0.950	0.107	20.4	326.6	151.0	119.3	-11.0	2.15
152	206.5	7.1	355.7	5.9	37.8	0.949	0.109	20.3	326.3	152.0	120.0	-11.1	2.14
153	206.4	7.2	356.5	6.3	37.8	0.948	0.111	20.2	326.0	153.0	120.7	-11.1	2.14
154	206.2	7.2	357.3	6.7	37.7	0.947	0.113	20.1	325.7	154.0	121.4	-11.1	2.14
155	206.1	7.3	358.1	7.1	37.6	0.946	0.115	20.0	325.4	155.0	122.1	-11.2	2.13
160	205.6	7.5	2.1	9.1	37.1	0.941	0.124	19.5	324.0	160.0	125.6	-11.3	2.12

Year	N
2007	33
2008	8
2009	30
2010	35
2011	8
2012	49
2013	33
2014	12
2015	11
2016	25
2017	19
2018	47
Total	310



#0197AUD August Draconids α=272.5, δ=65.1, λs=142 注釈を読む

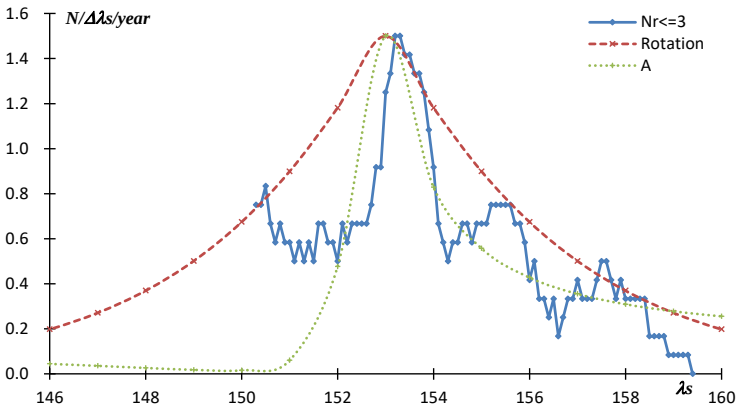




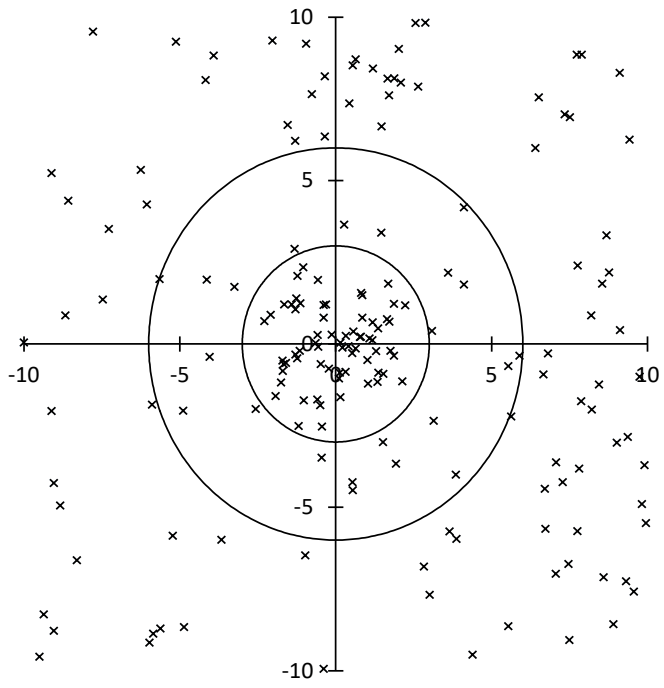
Code	λs	λ-λs	β
ZDR*	155	47.5	81.6
Δr=	3		
Δλs=	5	*θ*=	-15
	λs	max	
Nr<=3	153.5	10	
DR3	158.5	7.0	
DR10	156.5	12.2	
DR15	154.5	14.5	

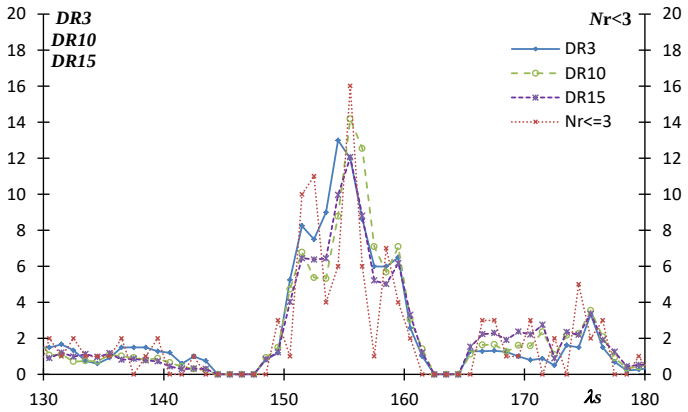
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
140	185.0	74.9	292.3	55.7	23.4	0.599	0.973	38.1	206.6	140.0	341.5	-16.0	2.43
145	171.4	81.7	282.1	60.3	22.6	0.612	1.000	36.8	194.3	145.0	336.5	-8.5	2.58
146	165.6	83.0	279.6	61.0	22.4	0.615	1.004	36.5	192.0	146.0	335.7	-7.1	2.60
147	157.4	84.2	276.9	61.6	22.3	0.618	1.006	36.2	189.8	147.0	334.9	-5.7	2.63
148	145.6	85.1	274.2	62.0	22.1	0.621	1.008	35.8	187.5	148.0	334.1	-4.4	2.66
149	129.0	85.8	271.3	62.4	21.9	0.624	1.010	35.5	185.4	149.0	333.4	-3.1	2.69
150	108.3	86.0	268.3	62.7	21.8	0.628	1.011	35.1	183.3	150.0	332.7	-1.9	2.71
151	88.1	85.7	265.2	62.8	21.6	0.631	1.011	34.8	181.2	151.0	332.0	-0.7	2.74
152	72.1	85.0	262.1	62.9	21.5	0.634	1.011	34.4	179.2	152.0	331.4	0.4	2.76
153	60.9	84.0	259.1	62.8	21.3	0.638	1.010	34.0	177.3	153.0	330.7	1.5	2.79
154	53.1	82.8	256.0	62.6	21.1	0.641	1.009	33.6	175.4	154.0	330.1	2.6	2.81
155	47.5	81.6	253.1	62.3	21.0	0.644	1.008	33.2	173.5	155.0	329.6	3.5	2.83
156	43.4	80.2	250.2	61.9	20.8	0.647	1.006	32.7	171.7	156.0	329.0	4.5	2.85
157	40.3	78.9	247.4	61.3	20.6	0.650	1.003	32.3	169.9	157.0	328.4	5.4	2.87
158	37.9	77.5	244.8	60.7	20.5	0.653	1.001	31.8	168.2	158.0	327.9	6.2	2.88
159	36.0	76.1	242.3	60.0	20.3	0.655	0.998	31.3	166.5	159.0	327.4	7.0	2.90
160	34.4	74.7	240.0	59.2	20.2	0.658	0.995	30.9	164.9	160.0	326.9	7.7	2.91
161	33.1	73.2	237.9	58.3	20.0	0.660	0.992	30.4	163.3	161.0	326.5	8.4	2.92
162	31.9	71.8	235.9	57.3	19.8	0.662	0.988	29.9	161.7	162.0	326.0	9.0	2.93
163	31.0	70.4	234.0	56.3	19.7	0.664	0.984	29.4	160.2	163.0	325.6	9.6	2.93
164	30.1	68.9	232.3	55.2	19.5	0.666	0.980	28.8	158.7	164.0	325.2	10.1	2.94

Year	N
2007	2
2008	1
2009	11
2010	14
2011	3
2012	15
2013	7
2014	1
2015	1
2016	2
2017	7
2018	5
Total	69



#0523AGC August gamma Cepheids α=358, δ=76.4, λs=155.1

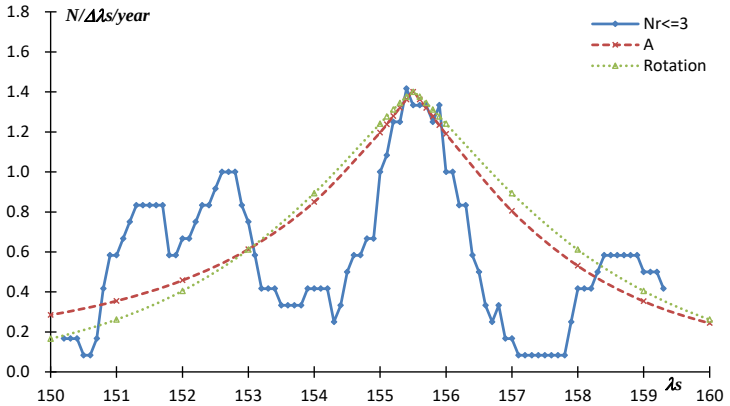




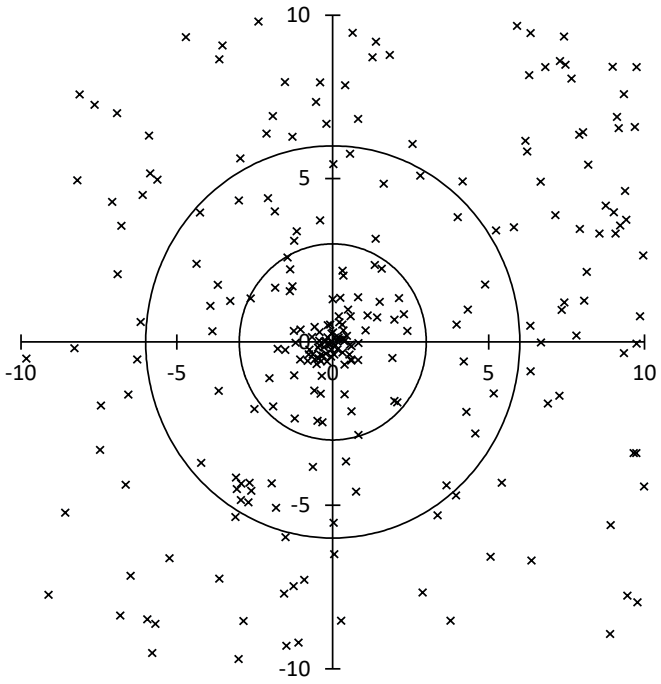
Code	λs	λ-λs	β
AGC02	154.9	263.5	64.0
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	155.5	16	
DR3	154.5	13.0	
DR10	155.5	14.2	
DR15	155.5	12.1	

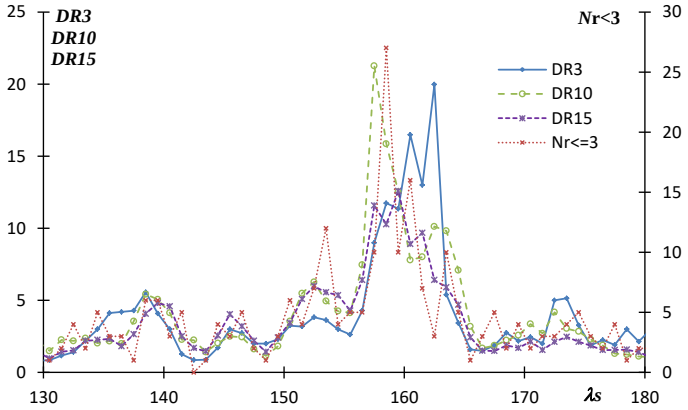
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
145	266.4	62.3	356.3	73.1	42.6	0.733	1.010	75.6	185.5	145.0	326.4	-5.3	3.79
146	266.2	62.4	356.6	73.5	42.7	0.747	1.010	75.6	185.7	146.0	327.4	-5.5	3.99
147	265.9	62.5	356.8	73.8	42.8	0.760	1.010	75.6	185.9	147.0	328.5	-5.7	4.21
148	265.7	62.7	357.1	74.2	42.9	0.773	1.009	75.6	186.2	148.0	329.5	-6.0	4.45
149	265.4	62.8	357.3	74.5	43.0	0.787	1.009	75.6	186.4	149.0	330.6	-6.2	4.73
150	265.1	62.9	357.5	74.9	43.1	0.800	1.008	75.6	186.6	150.0	331.6	-6.4	5.05
151	264.9	63.0	357.7	75.2	43.3	0.814	1.008	75.6	186.8	151.0	332.7	-6.6	5.42
152	264.6	63.2	357.9	75.6	43.4	0.828	1.007	75.6	187.0	152.0	333.8	-6.8	5.85
153	264.3	63.3	358.1	75.9	43.5	0.841	1.007	75.6	187.2	153.0	334.8	-7.0	6.35
154	264.1	63.4	358.3	76.3	43.6	0.855	1.006	75.5	187.4	154.0	335.9	-7.2	6.95
155	263.8	63.5	358.5	76.6	43.7	0.869	1.006	75.5	187.6	155.0	336.9	-7.4	7.68
156	263.5	63.6	358.7	77.0	43.8	0.883	1.005	75.5	187.8	156.0	338.0	-7.6	8.59
157	263.2	63.8	358.8	77.3	43.9	0.897	1.005	75.5	188.0	157.0	339.0	-7.7	9.74
158	263.0	63.9	359.0	77.7	44.0	0.911	1.004	75.5	188.2	158.0	340.1	-7.9	11.27
159	262.7	64.0	359.1	78.0	44.2	0.925	1.004	75.4	188.4	159.0	341.1	-8.1	13.37
160	262.4	64.1	359.2	78.3	44.3	0.939	1.003	75.4	188.5	160.0	342.2	-8.3	16.46
161	262.1	64.2	359.3	78.7	44.4	0.953	1.003	75.4	188.7	161.0	343.2	-8.4	21.45
162	261.8	64.3	359.4	79.0	44.5	0.967	1.002	75.4	188.9	162.0	344.3	-8.6	30.82
163	261.5	64.5	359.4	79.3	44.6	0.982	1.002	75.4	189.1	163.0	345.3	-8.8	54.97
164	261.2	64.6	359.5	79.6	44.7	0.996	1.001	75.3	189.2	164.0	346.4	-8.9	258.57
165	260.9	64.7	359.5	80.0	44.8	1.011	1.001	75.3	189.4	165.0	347.4	-9.1	-94.97

Year	N
2007	2
2008	1
2009	7
2010	12
2011	8
2012	8
2013	7
2014	1
2015	1
2016	12
2017	5
2018	3
Total	67



#0206AUR Aurigids α=89.8, δ=38.7, λs=158.7

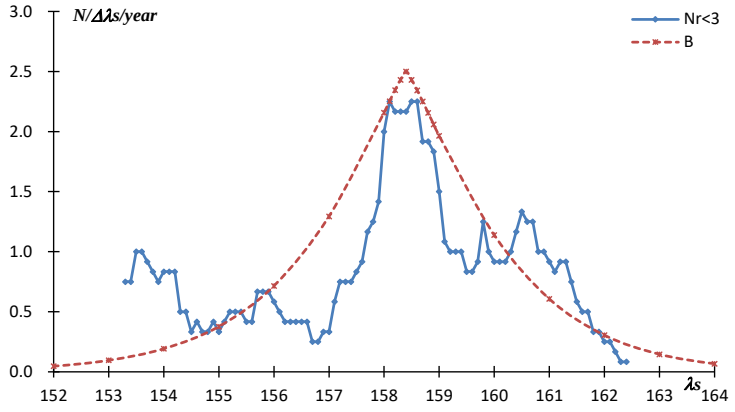




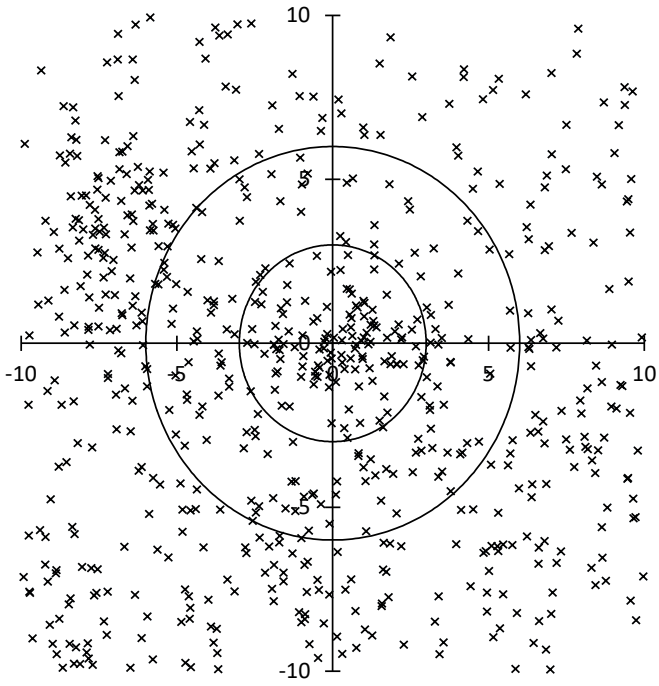
Code	λs	λ-λs	β
AUR02	158	292.6	15.9
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	158.5	27	
DR3	160.5	16.5	
DR10	157.5	21.3	
DR15	159.5	12.6	

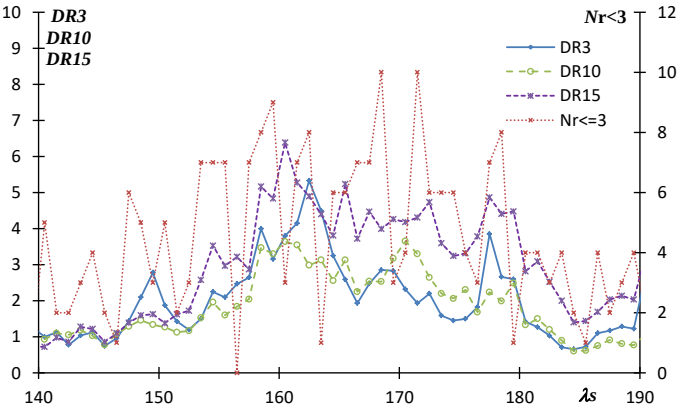
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
153	292.9	14.9	84.9	38.2	65.5	0.961	0.655	149.8	106.4	153.0	44.2	28.8	16.86
154	292.8	15.0	86.0	38.4	65.5	0.959	0.658	149.5	106.7	154.0	44.8	29.1	16.22
155	292.7	15.2	87.1	38.6	65.4	0.958	0.661	149.2	107.0	155.0	45.4	29.3	15.63
156	292.6	15.4	88.3	38.8	65.4	0.956	0.663	148.9	107.3	156.0	46.0	29.5	15.10
157	292.5	15.5	89.4	39.0	65.4	0.954	0.666	148.7	107.6	157.0	46.6	29.7	14.60
158	292.4	15.7	90.5	39.1	65.4	0.953	0.669	148.4	108.0	158.0	47.2	29.9	14.15
158.1	292.4	15.7	90.6	39.1	65.4	0.953	0.669	148.3	108.0	158.1	47.2	30.0	14.11
158.2	292.4	15.7	90.8	39.2	65.4	0.952	0.669	148.3	108.0	158.2	47.3	30.0	14.07
158.3	292.4	15.7	90.9	39.2	65.4	0.952	0.670	148.3	108.1	158.3	47.3	30.0	14.02
158.4	292.4	15.7	91.0	39.2	65.4	0.952	0.670	148.3	108.1	158.4	47.4	30.0	13.98
158.5	292.4	15.8	91.1	39.2	65.4	0.952	0.670	148.2	108.1	158.5	47.5	30.0	13.94
158.6	292.4	15.8	91.2	39.2	65.4	0.952	0.670	148.2	108.1	158.6	47.5	30.1	13.90
158.7	292.4	15.8	91.3	39.2	65.4	0.952	0.671	148.2	108.2	158.7	47.6	30.1	13.86
158.8	292.4	15.8	91.4	39.2	65.4	0.951	0.671	148.1	108.2	158.8	47.6	30.1	13.82
158.9	292.3	15.8	91.5	39.3	65.4	0.951	0.671	148.1	108.2	158.9	47.7	30.1	13.78
159	292.3	15.8	91.7	39.3	65.4	0.951	0.671	148.1	108.3	159.0	47.7	30.1	13.74
160	292.2	16.0	92.8	39.4	65.4	0.949	0.674	147.8	108.6	160.0	48.3	30.3	13.35
161	292.2	16.2	93.9	39.6	65.3	0.948	0.677	147.5	108.9	161.0	48.9	30.5	12.99
162	292.1	16.3	95.1	39.7	65.3	0.946	0.680	147.2	109.2	162.0	49.5	30.7	12.66
163	292.0	16.5	96.2	39.8	65.3	0.945	0.682	146.9	109.6	163.0	50.0	30.9	12.35

Year	N
2007	3
2008	6
2009	6
2010	17
2011	2
2012	12
2013	16
2014	3
2015	1
2016	15
2017	7
2018	11
Total	99



#0033NIA Northern iota Aquariids α=328.4, δ=-5.6, λs=147.7 [注釈を読む]

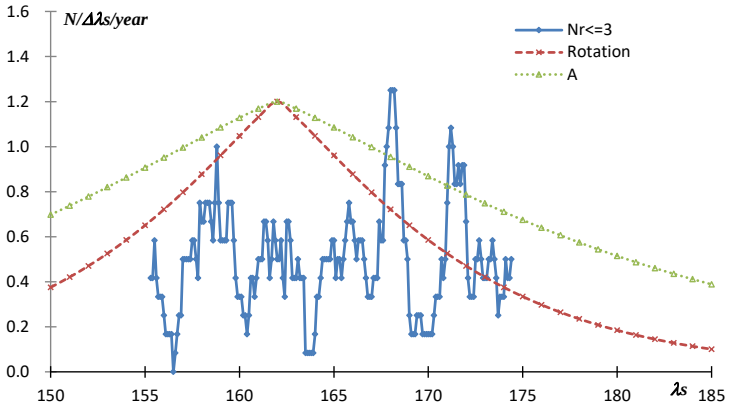




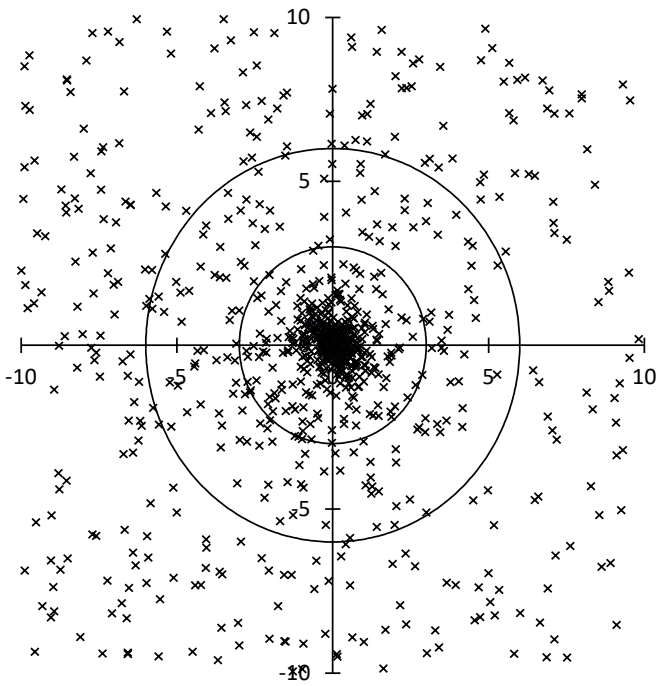
Code	λs	λ-λs	β
NIA02	*165	198.0	4.3
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	168.5	10	
DR3	162.5	5.3	
DR10	170.5	3.7	
DR15	160.5	6.4	

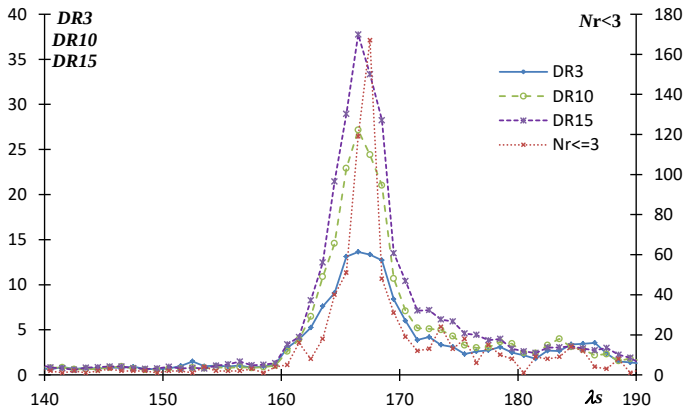
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
150	198.2	3.6	347.8	-1.4	29.8	0.849	0.256	5.2	308.8	150.0	99.0	-4.1	1.70
155	198.1	3.6	352.2	0.6	29.9	0.850	0.257	5.3	308.5	155.0	103.7	-4.1	1.72
156	198.1	3.6	353.1	1.0	29.9	0.851	0.257	5.3	308.5	156.0	104.6	-4.1	1.72
157	198.1	3.6	354.0	1.3	29.9	0.851	0.257	5.3	308.4	157.0	105.5	-4.2	1.72
158	198.0	3.6	354.9	1.7	29.9	0.851	0.257	5.3	308.4	158.0	106.5	-4.2	1.73
159	198.0	3.6	355.8	2.1	29.9	0.851	0.257	5.3	308.3	159.0	107.4	-4.2	1.73
160	198.0	3.6	356.7	2.5	29.9	0.851	0.258	5.3	308.2	160.0	108.4	-4.2	1.74
161	198.0	3.6	357.6	2.9	29.9	0.852	0.258	5.3	308.2	161.0	109.3	-4.2	1.74
162	198.0	3.6	358.5	3.3	29.9	0.852	0.258	5.3	308.1	162.0	110.2	-4.2	1.74
163	197.9	3.7	359.4	3.7	29.9	0.852	0.258	5.4	308.1	163.0	111.2	-4.2	1.75
164	197.9	3.7	0.3	4.1	30.0	0.852	0.259	5.4	308.0	164.0	112.1	-4.2	1.75
165	197.9	3.7	1.2	4.5	30.0	0.852	0.259	5.4	307.9	165.0	113.1	-4.2	1.75
166	197.9	3.7	2.1	4.9	30.0	0.853	0.259	5.4	307.9	166.0	114.0	-4.2	1.76
167	197.9	3.7	3.0	5.3	30.0	0.853	0.259	5.4	307.8	167.0	114.9	-4.3	1.76
168	197.8	3.7	3.9	5.7	30.0	0.853	0.260	5.4	307.8	168.0	115.9	-4.3	1.76
169	197.8	3.7	4.8	6.1	30.0	0.853	0.260	5.4	307.7	169.0	116.8	-4.3	1.77
170	197.8	3.7	5.7	6.5	30.0	0.853	0.260	5.4	307.6	170.0	117.8	-4.3	1.77
171	197.8	3.7	6.6	6.9	30.0	0.853	0.260	5.4	307.6	171.0	118.7	-4.3	1.78
172	197.8	3.7	7.5	7.3	30.0	0.854	0.260	5.4	307.5	172.0	119.6	-4.3	1.78
175	197.7	3.7	10.2	8.5	30.1	0.854	0.261	5.5	307.3	175.0	122.5	-4.3	1.79
180	197.6	3.8	14.8	10.4	30.1	0.855	0.262	5.5	307.0	180.0	127.2	-4.4	1.81

Year	N
2007	5
2008	6
2009	9
2010	17
2011	20
2012	20
2013	11
2014	9
2015	1
2016	9
2017	10
2018	4
Total	121



#0208SPE September epsilon Perseids α=50.2, δ=39.4, λs=170

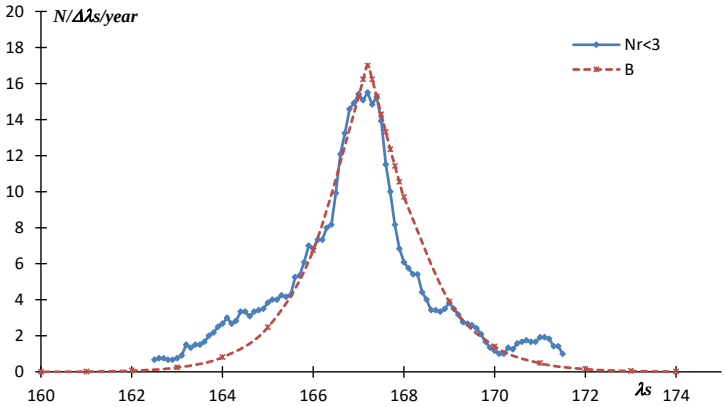




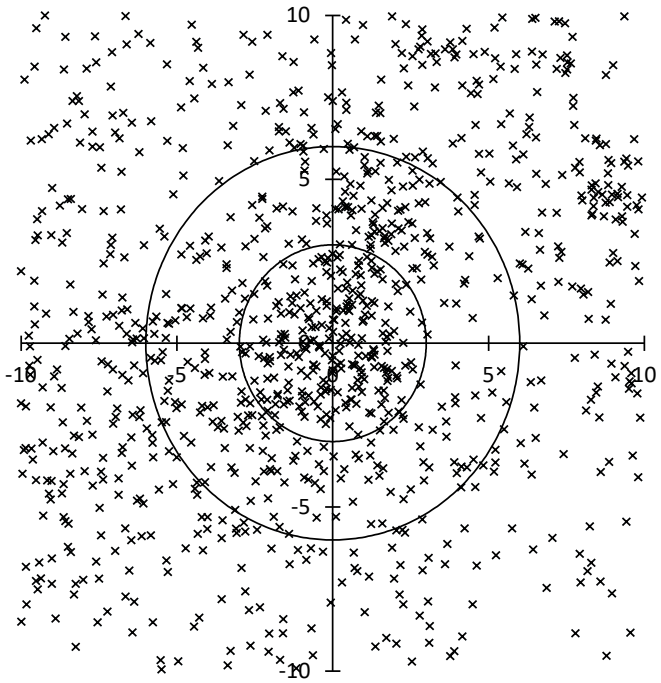
Code	λs	λ-λs	β
SPE01	167.1	248.8	20.8
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	167.5	167	
DR3	166.5	13.6	
DR10	166.5	27.1	
DR15	166.5	37.7	

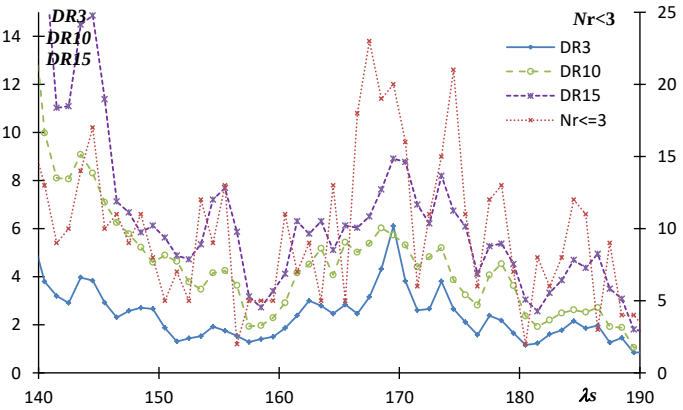
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
160	249.5	22.2	39.5	38.8	63.8	0.950	0.736	137.0	243.5	160.0	284.3	-37.7	14.82
161	249.4	22.0	40.6	38.9	63.9	0.950	0.734	137.3	243.9	161.0	284.8	-37.5	14.82
162	249.4	21.8	41.8	39.0	63.9	0.951	0.731	137.6	244.2	162.0	285.2	-37.4	14.82
163	249.3	21.6	42.9	39.1	64.0	0.951	0.728	137.9	244.5	163.0	285.7	-37.3	14.82
164	249.3	21.5	44.1	39.2	64.0	0.951	0.726	138.2	244.8	164.0	286.2	-37.1	14.83
165	249.2	21.3	45.2	39.3	64.1	0.951	0.723	138.5	245.1	165.0	286.8	-37.0	14.85
166	249.2	21.1	46.4	39.4	64.1	0.952	0.720	138.8	245.4	166.0	287.3	-36.8	14.87
167	249.1	20.9	47.6	39.5	64.2	0.952	0.718	139.1	245.8	167.0	287.8	-36.6	14.90
168	249.1	20.7	48.7	39.5	64.2	0.952	0.715	139.4	246.1	168.0	288.3	-36.5	14.93
169	249.0	20.5	49.9	39.6	64.3	0.952	0.712	139.8	246.4	169.0	288.8	-36.3	14.97
170	248.9	20.3	51.1	39.7	64.3	0.953	0.710	140.1	246.7	170.0	289.3	-36.1	15.02
171	248.9	20.1	52.3	39.7	64.4	0.953	0.707	140.4	247.0	171.0	289.9	-35.9	15.07
172	248.8	20.0	53.4	39.8	64.4	0.953	0.704	140.7	247.3	172.0	290.4	-35.7	15.13
173	248.8	19.8	54.6	39.8	64.5	0.954	0.702	141.0	247.6	173.0	290.9	-35.6	15.19
174	248.7	19.6	55.8	39.8	64.5	0.954	0.699	141.3	247.9	174.0	291.5	-35.4	15.27
175	248.7	19.4	57.0	39.9	64.6	0.955	0.696	141.7	248.2	175.0	292.0	-35.2	15.35
176	248.6	19.2	58.2	39.9	64.6	0.955	0.694	142.0	248.5	176.0	292.6	-35.0	15.44
177	248.6	19.0	59.4	39.9	64.7	0.956	0.691	142.3	248.8	177.0	293.1	-34.7	15.53
178	248.5	18.8	60.6	39.9	64.7	0.956	0.689	142.6	249.1	178.0	293.7	-34.5	15.64
179	248.5	18.6	61.8	39.9	64.8	0.956	0.686	143.0	249.4	179.0	294.3	-34.3	15.75
180	248.4	18.4	63.0	39.9	64.8	0.957	0.683	143.3	249.7	180.0	294.8	-34.1	15.88

Year	N
2007	19
2008	60
2009	76
2010	61
2011	83
2012	82
2013	30
2014	28
2015	24
2016	20
2017	23
2018	7
Total	513



#0337NUE nu Eridanids α=68.70, δ=1.1, λs=167.9 注釈を読む

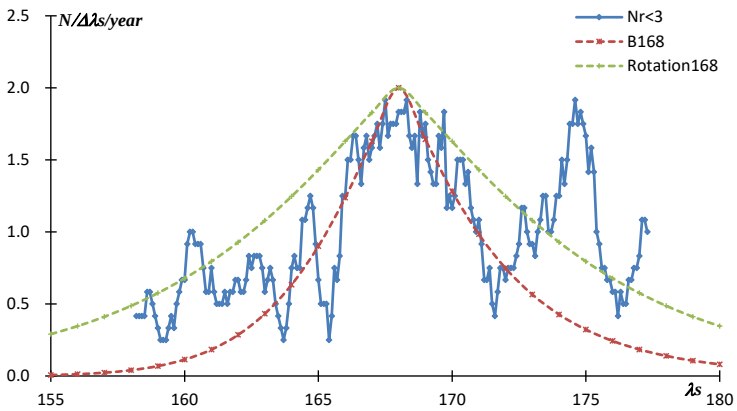




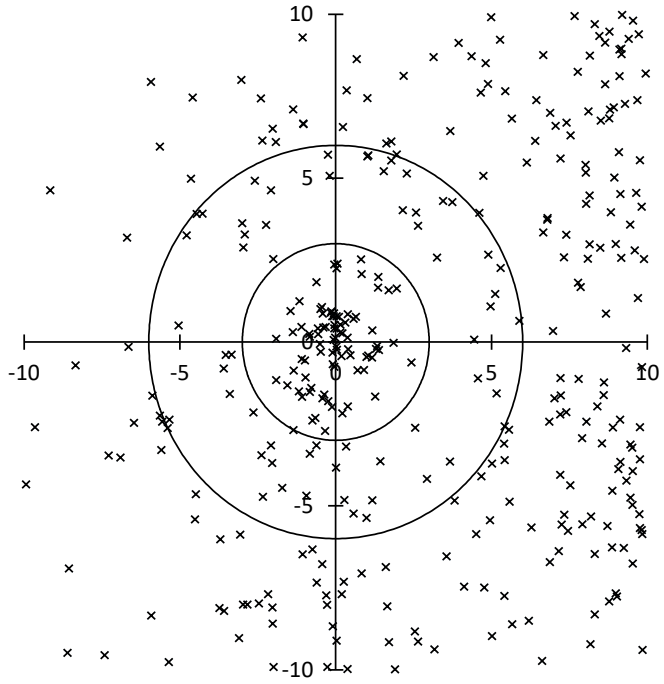
Code	λs	λ-λs	β
NUE00	167.9	259.3	-20.7
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	167.5	23	
DR3	169.5	6.1	
DR10	168.5	6.0	
DR15	169.5	8.9	

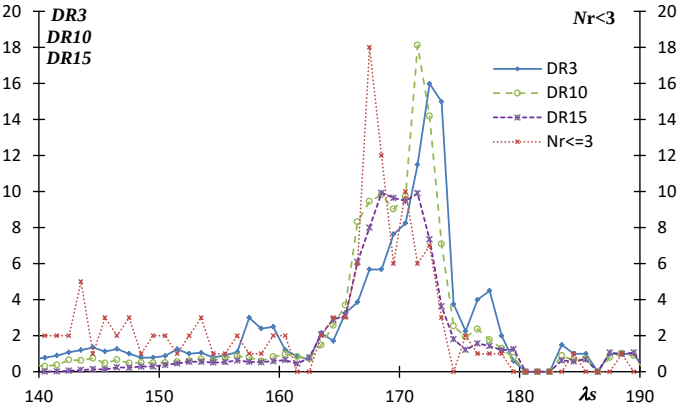
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
157	259.2	-23.3	59.2	-3.3	65.2	0.902	0.923	138.8	34.9	337.0	309.3	22.2	9.42
158	259.2	-23.0	60.0	-3.0	65.3	0.900	0.921	139.1	35.3	338.0	309.8	22.2	9.20
159	259.1	-22.8	60.8	-2.6	65.3	0.898	0.920	139.4	35.7	339.0	310.4	22.3	9.00
160	259.0	-22.6	61.6	-2.2	65.4	0.896	0.918	139.8	36.0	340.0	311.0	22.3	8.81
161	259.0	-22.4	62.4	-1.8	65.4	0.894	0.916	140.1	36.4	341.0	311.5	22.4	8.63
162	258.9	-22.2	63.2	-1.4	65.4	0.892	0.914	140.4	36.8	342.0	312.1	22.4	8.46
163	258.8	-22.0	64.0	-1.1	65.5	0.890	0.912	140.8	37.1	343.0	312.6	22.4	8.30
164	258.8	-21.8	64.9	-0.7	65.5	0.888	0.910	141.1	37.5	344.0	313.2	22.5	8.15
165	258.7	-21.6	65.7	-0.3	65.6	0.887	0.908	141.4	37.9	345.0	313.7	22.5	8.01
166	258.6	-21.4	66.5	0.0	65.6	0.885	0.906	141.8	38.2	346.0	314.3	22.5	7.87
167	258.6	-21.2	67.3	0.4	65.6	0.883	0.904	142.1	38.6	347.0	314.8	22.5	7.74
168	258.5	-20.9	68.2	0.7	65.7	0.882	0.902	142.4	38.9	348.0	315.4	22.5	7.62
169	258.5	-20.7	69.0	1.1	65.7	0.880	0.900	142.8	39.3	349.0	315.9	22.5	7.50
170	258.4	-20.5	69.8	1.4	65.8	0.878	0.898	143.1	39.7	350.0	316.5	22.5	7.39
171	258.3	-20.3	70.7	1.7	65.8	0.877	0.896	143.5	40.0	351.0	317.0	22.5	7.28
172	258.3	-20.1	71.5	2.1	65.8	0.876	0.894	143.8	40.4	352.0	317.5	22.5	7.18
173	258.2	-19.9	72.3	2.4	65.9	0.874	0.892	144.1	40.7	353.0	318.1	22.5	7.09
174	258.1	-19.7	73.2	2.7	65.9	0.873	0.890	144.5	41.1	354.0	318.6	22.4	7.00
175	258.1	-19.5	74.0	3.0	66.0	0.872	0.888	144.8	41.4	355.0	319.2	22.4	6.91
176	258.0	-19.3	74.9	3.3	66.0	0.870	0.886	145.2	41.8	356.0	319.7	22.4	6.83
177	258.0	-19.1	75.8	3.6	66.0	0.869	0.884	145.5	42.1	357.0	320.3	22.3	6.75
178	257.9	-18.8	76.6	3.9	66.1	0.868	0.881	145.9	42.5	358.0	320.8	22.3	6.68

Year	N
2007	12
2008	27
2009	20
2010	25
2011	29
2012	38
2013	34
2014	13
2015	9
2016	10
2017	15
2018	6
Total	238



#0081SLY_0 September Lyncids α=107.4, δ=55.0 , λs=167 注釈を読む

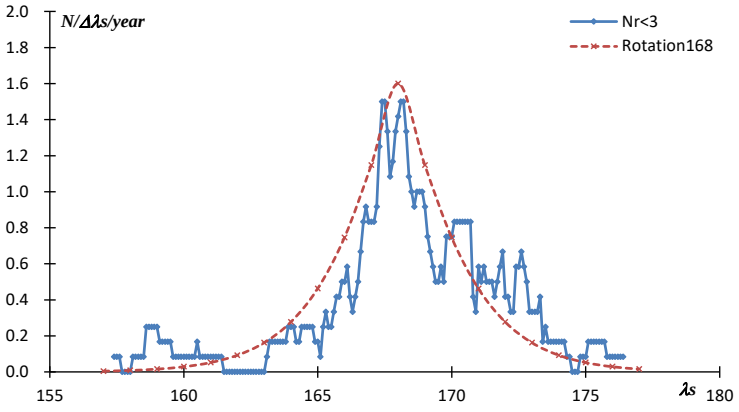




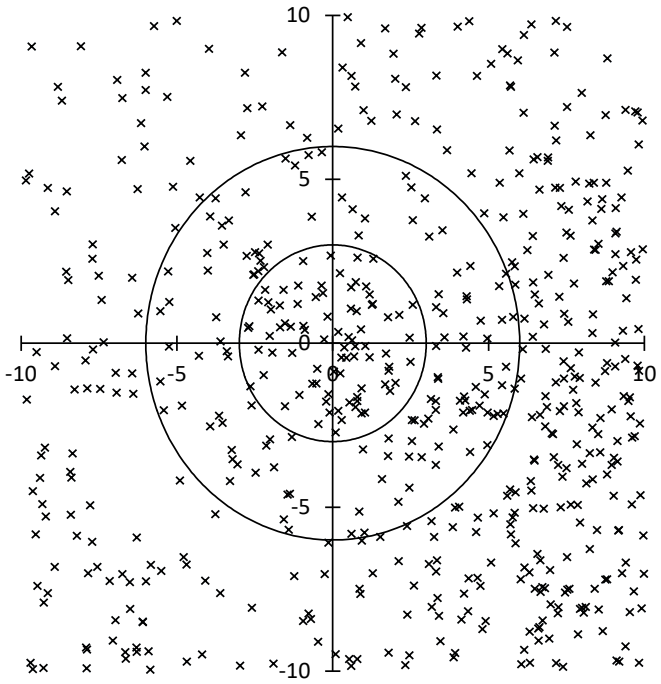
Code	λs	λ-λs	β
SLY00	167	294.7	32.3
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	167.5	18	
DR3	172.5	16.0	
DR10	171.5	18.1	
DR15	168.5	9.9	

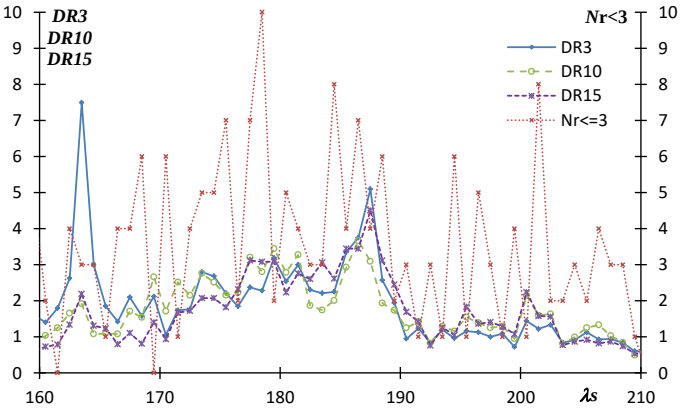
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
157	291.3	29.7	87.6	53.2	61.7	0.969	0.792	123.7	124.2	157.0	16.2	43.5	25.22
158	291.6	30.1	89.4	53.5	61.5	0.966	0.789	123.0	123.8	158.0	17.1	44.2	23.35
159	291.9	30.4	91.3	53.8	61.3	0.964	0.786	122.2	123.3	159.0	18.0	45.0	21.82
160	292.2	30.7	93.2	54.1	61.1	0.962	0.783	121.5	122.9	160.0	18.9	45.7	20.55
161	292.5	31.0	95.1	54.4	60.8	0.960	0.780	120.8	122.5	161.0	19.8	46.5	19.47
162	292.7	31.3	97.0	54.7	60.6	0.958	0.777	120.0	122.1	162.0	20.6	47.2	18.55
163	293.0	31.7	98.9	54.9	60.4	0.956	0.774	119.3	121.7	163.0	21.4	47.9	17.77
164	293.3	32.0	100.9	55.1	60.2	0.955	0.771	118.5	121.3	164.0	22.1	48.6	17.09
165	293.6	32.3	102.9	55.3	60.0	0.953	0.769	117.8	121.0	165.0	22.9	49.3	16.50
166	293.9	32.6	104.8	55.5	59.7	0.952	0.766	117.1	120.6	166.0	23.6	50.0	15.99
167	294.2	32.9	106.8	55.7	59.5	0.951	0.764	116.3	120.3	167.0	24.2	50.7	15.54
168	294.5	33.2	108.8	55.8	59.3	0.950	0.761	115.6	119.9	168.0	24.9	51.4	15.15
169	294.8	33.5	110.8	56.0	59.1	0.949	0.759	114.8	119.6	169.0	25.5	52.1	14.81
170	295.1	33.8	112.8	56.1	58.8	0.948	0.756	114.1	119.3	170.0	26.0	52.8	14.52
171	295.4	34.2	114.8	56.2	58.6	0.947	0.754	113.4	119.0	171.0	26.6	53.4	14.26
172	295.7	34.5	116.9	56.3	58.4	0.946	0.752	112.6	118.7	172.0	27.1	54.0	14.04
173	296.0	34.8	118.9	56.3	58.2	0.946	0.750	111.9	118.5	173.0	27.5	54.7	13.85
174	296.3	35.1	120.9	56.4	58.0	0.945	0.748	111.1	118.2	174.0	27.9	55.3	13.69
175	296.6	35.4	122.9	56.4	57.7	0.945	0.746	110.4	118.0	175.0	28.3	55.9	13.56
176	297.0	35.7	124.9	56.4	57.5	0.945	0.744	109.6	117.7	176.0	28.6	56.5	13.45
177	297.3	36.0	126.9	56.4	57.3	0.945	0.742	108.9	117.5	177.0	28.9	57.0	13.37

Year	N
2007	2
2008	2
2009	8
2010	17
2011	17
2012	13
2013	5
2014	7
2015	6
2016	3
2017	4
2018	1
Total	85



#0081SLY_1 September Lyncids α=110.2, δ=48.4, λs=186 注釈を読む

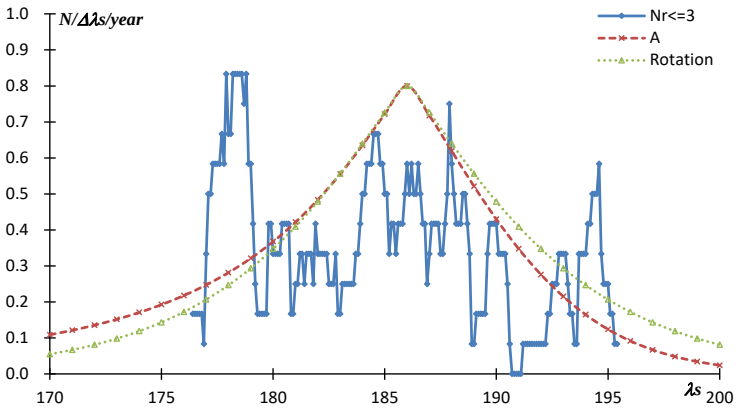




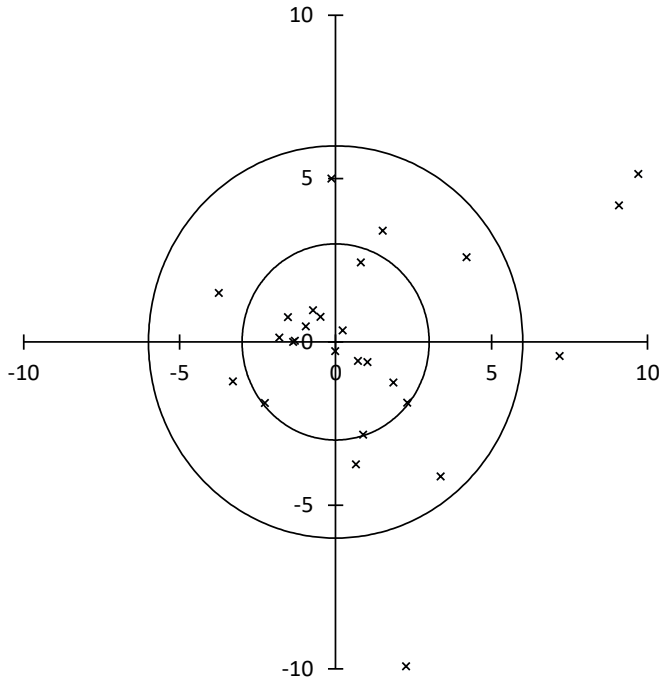
Code	λs	λ-λs	β
SLY01	186	278.8	26.0
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	178.5	10	
DR3	187.5	5.1	
DR10	186.5	3.7	
DR15	187.5	4.5	

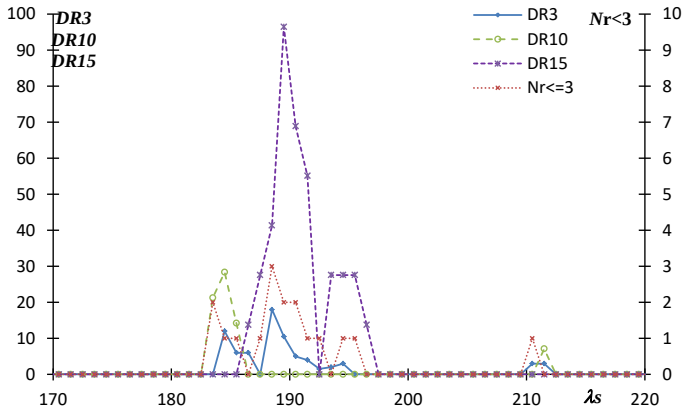
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
170	283.2	26.9	94.5	50.3	63.9	0.902	0.906	131.9	142.1	170.0	17.5	27.2	9.24
175	282.2	26.5	100.0	49.7	64.4	0.910	0.918	132.9	144.9	175.0	20.6	24.9	10.18
176	282.1	26.4	101.1	49.5	64.5	0.912	0.920	133.2	145.5	176.0	21.2	24.4	10.40
177	281.9	26.3	102.2	49.4	64.6	0.913	0.923	133.4	146.0	177.0	21.8	24.0	10.64
178	281.7	26.2	103.3	49.2	64.7	0.915	0.925	133.6	146.6	178.0	22.4	23.5	10.90
179	281.5	26.1	104.4	49.0	64.8	0.917	0.927	133.8	147.2	179.0	23.1	23.0	11.17
180	281.3	26.0	105.5	48.9	64.9	0.919	0.929	134.0	147.7	180.0	23.7	22.6	11.46
181	281.1	26.0	106.6	48.7	65.0	0.921	0.931	134.2	148.3	181.0	24.3	22.1	11.78
182	280.9	25.9	107.7	48.5	65.1	0.923	0.934	134.4	148.9	182.0	24.9	21.7	12.12
183	280.7	25.8	108.7	48.3	65.2	0.925	0.936	134.6	149.4	183.0	25.5	21.2	12.48
184	280.5	25.7	109.8	48.1	65.3	0.927	0.938	134.8	150.0	184.0	26.1	20.8	12.88
185	280.3	25.6	110.9	47.9	65.4	0.929	0.940	135.0	150.6	185.0	26.8	20.3	13.31
186	280.1	25.5	111.9	47.7	65.5	0.932	0.942	135.3	151.1	186.0	27.4	19.9	13.78
187	280.0	25.4	113.0	47.5	65.6	0.934	0.944	135.5	151.7	187.0	28.0	19.4	14.30
188	279.8	25.3	114.0	47.3	65.7	0.936	0.946	135.7	152.3	188.0	28.6	19.0	14.86
189	279.6	25.2	115.0	47.1	65.8	0.939	0.947	135.9	152.8	189.0	29.2	18.5	15.48
190	279.4	25.2	116.1	46.9	65.9	0.941	0.949	136.1	153.4	190.0	29.8	18.1	16.17
191	279.2	25.1	117.1	46.6	66.0	0.944	0.951	136.3	154.0	191.0	30.4	17.7	16.94
192	279.0	25.0	118.1	46.4	66.1	0.946	0.953	136.5	154.5	192.0	31.0	17.2	17.79
195	278.5	24.7	121.1	45.6	66.4	0.955	0.958	137.1	156.2	195.0	32.9	15.9	21.11
200	277.5	24.3	126.1	44.3	66.9	0.969	0.965	138.1	159.0	200.0	35.9	13.8	31.63

Year	N
2007	5
2008	0
2009	1
2010	10
2011	11
2012	5
2013	17
2014	12
2015	8
2016	3
2017	5
2018	5
Total	82



#0221DSX Daytime Sextantids α=154.5, δ=-1.5, λs=186.1

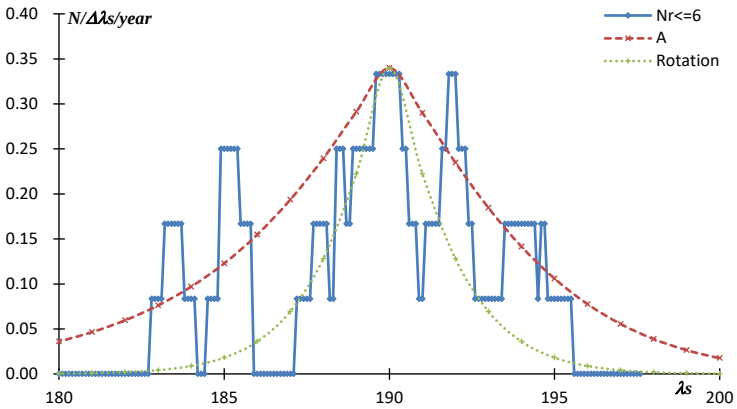




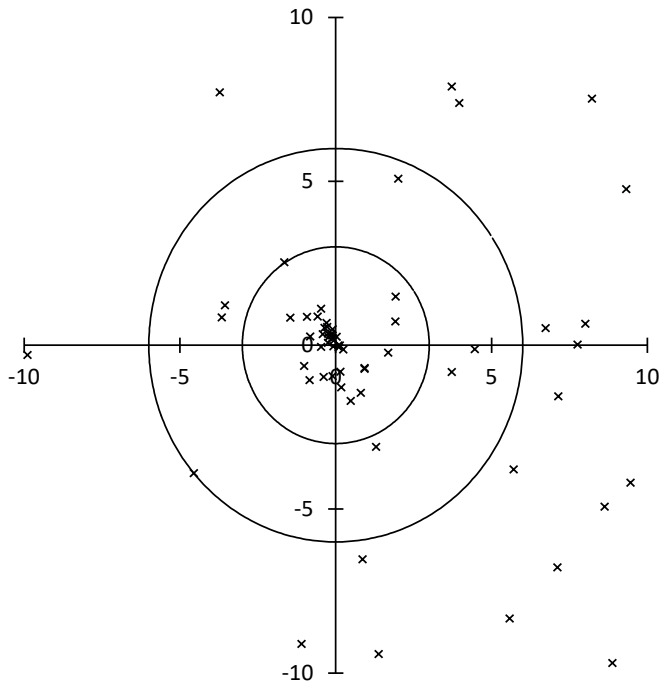
Code	λs	λ-λs	β
DSX05	189.2	329.8	-11.8
Δr=	6		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	188.5	3	
DR3	188.5	18.0	
DR10	184.5	28.4	
DR15	189.5	96.4	

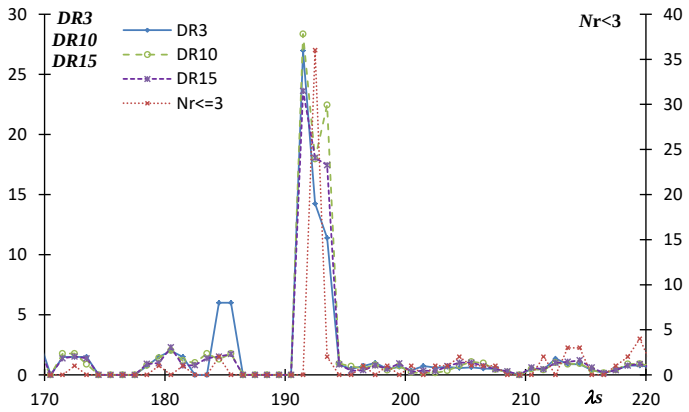
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
180	329.4	-12.9	147.0	-0.4	33.5	0.881	0.136	29.8	212.2	0.0	208.7	-15.4	1.14
181	329.4	-12.8	148.0	-0.7	33.4	0.879	0.137	29.4	212.3	1.0	209.8	-15.2	1.13
182	329.4	-12.7	149.0	-0.9	33.2	0.878	0.138	29.0	212.3	2.0	210.9	-15.0	1.13
183	329.5	-12.6	150.0	-1.2	33.1	0.876	0.139	28.5	212.3	3.0	212.1	-14.8	1.12
184	329.5	-12.5	150.9	-1.5	32.9	0.875	0.140	28.1	212.3	4.0	213.2	-14.6	1.11
185	329.6	-12.5	151.9	-1.8	32.8	0.873	0.140	27.7	212.4	5.0	214.3	-14.4	1.11
186	329.6	-12.4	152.9	-2.1	32.7	0.872	0.141	27.3	212.4	6.0	215.4	-14.2	1.10
187	329.6	-12.3	153.9	-2.4	32.5	0.870	0.142	26.9	212.4	7.0	216.6	-14.0	1.09
188	329.7	-12.2	154.8	-2.7	32.4	0.868	0.143	26.5	212.5	8.0	217.7	-13.8	1.09
189	329.7	-12.1	155.8	-3.0	32.2	0.867	0.144	26.1	212.5	9.0	218.8	-13.7	1.08
190	329.8	-12.1	156.8	-3.3	32.1	0.865	0.145	25.7	212.6	10.0	219.9	-13.5	1.08
191	329.8	-12.0	157.8	-3.6	31.9	0.863	0.146	25.3	212.6	11.0	221.1	-13.3	1.07
192	329.9	-11.9	158.7	-3.9	31.8	0.862	0.147	24.9	212.7	12.0	222.2	-13.1	1.07
193	329.9	-11.8	159.7	-4.2	31.7	0.860	0.149	24.5	212.7	13.0	223.3	-12.9	1.06
194	329.9	-11.7	160.7	-4.5	31.5	0.858	0.150	24.1	212.8	14.0	224.4	-12.8	1.06
195	330.0	-11.7	161.7	-4.8	31.4	0.856	0.151	23.7	212.8	15.0	225.5	-12.6	1.05
196	330.0	-11.6	162.6	-5.2	31.2	0.855	0.152	23.3	212.9	16.0	226.7	-12.4	1.05
197	330.1	-11.5	163.6	-5.5	31.1	0.853	0.153	23.0	212.9	17.0	227.8	-12.2	1.04
198	330.1	-11.4	164.6	-5.8	30.9	0.851	0.154	22.6	213.0	18.0	228.9	-12.1	1.04
199	330.1	-11.3	165.6	-6.1	30.8	0.849	0.155	22.2	213.0	19.0	230.0	-11.9	1.03
200	330.2	-11.3	166.5	-6.5	30.7	0.847	0.157	21.9	213.1	20.0	231.2	-11.7	1.03

Year	N
2007	0
2008	5
2009	1
2010	4
2011	3
2012	2
2013	1
2014	1
2015	3
2016	0
2017	1
2018	2
Total	23



#0281OCT October Camelopardalids α=166, δ=79.1, λs=193

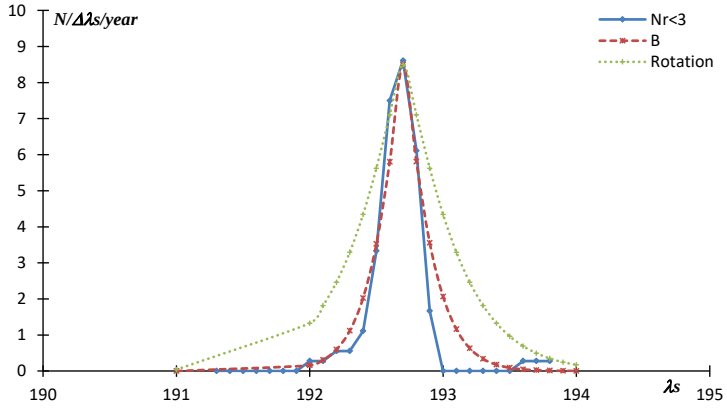




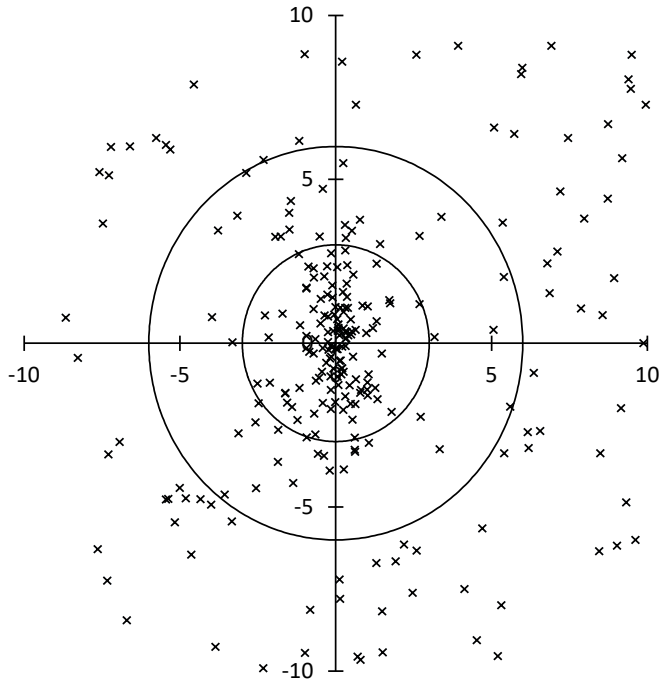
Code	λs	λ-λs	β
OCT05	192.6	281.0	62.2
Δr=	3		
Δλs=	1.5		
	λs	max	
Nr<=3	192.5	36	
DR3	191.5	27.0	
DR10	191.5	28.4	
DR15	191.5	23.6	

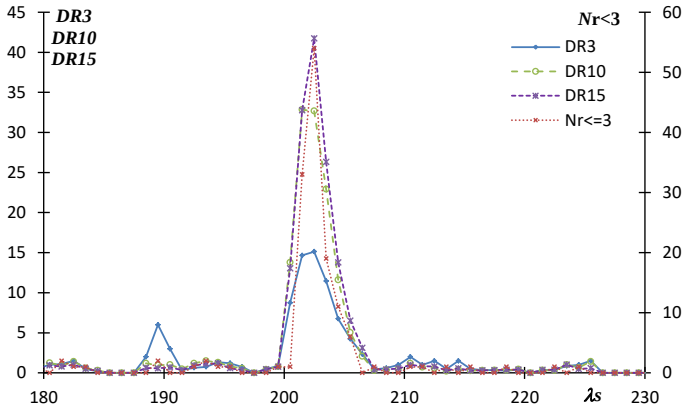
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
192	282.6	62.4	169.9	78.7	45.8	0.969	0.990	77.4	168.5	192.0	9.5	11.2	31.94
192.1	282.4	62.3	169.5	78.7	45.7	0.961	0.990	77.4	168.6	192.1	9.6	11.1	25.50
192.2	282.3	62.2	169.1	78.7	45.7	0.953	0.990	77.5	168.6	192.2	9.7	11.1	21.23
192.3	282.1	62.2	168.7	78.7	45.6	0.946	0.991	77.5	168.7	192.3	9.8	11.0	18.19
192.4	281.9	62.1	168.4	78.6	45.6	0.938	0.991	77.5	168.8	192.4	9.9	10.9	15.92
192.5	281.8	62.0	168.0	78.6	45.5	0.930	0.991	77.5	168.9	192.5	10.1	10.9	14.15
192.6	281.6	62.0	167.6	78.6	45.5	0.922	0.991	77.6	168.9	192.6	10.2	10.8	12.75
192.7	281.5	61.9	167.3	78.6	45.4	0.915	0.991	77.6	169.0	192.7	10.3	10.7	11.59
192.8	281.3	61.8	166.9	78.6	45.4	0.907	0.991	77.6	169.1	192.8	10.4	10.6	10.64
192.9	281.2	61.7	166.6	78.5	45.3	0.899	0.991	77.6	169.2	192.9	10.6	10.6	9.83
193	281.0	61.7	166.2	78.5	45.3	0.891	0.991	77.7	169.3	193.0	10.7	10.5	9.13
193.1	280.9	61.6	165.8	78.5	45.2	0.884	0.992	77.7	169.3	193.1	10.8	10.4	8.53
193.2	280.7	61.5	165.5	78.5	45.1	0.876	0.992	77.7	169.4	193.2	10.9	10.3	8.01
193.3	280.6	61.5	165.1	78.4	45.1	0.869	0.992	77.7	169.5	193.3	11.0	10.3	7.54
193.4	280.4	61.4	164.8	78.4	45.0	0.861	0.992	77.8	169.6	193.4	11.2	10.2	7.13
193.5	280.3	61.3	164.4	78.4	45.0	0.853	0.992	77.8	169.7	193.5	11.3	10.1	6.76
193.6	280.2	61.2	164.1	78.4	44.9	0.846	0.992	77.8	169.7	193.6	11.4	10.0	6.43
193.7	280.0	61.2	163.7	78.3	44.9	0.838	0.992	77.8	169.8	193.7	11.5	9.9	6.13
193.8	279.9	61.1	163.4	78.3	44.8	0.831	0.992	77.9	169.9	193.8	11.7	9.9	5.86
193.9	279.7	61.0	163.0	78.3	44.8	0.823	0.993	77.9	170.0	193.9	11.8	9.8	5.61
194	279.6	60.9	162.7	78.3	44.7	0.816	0.993	77.9	170.1	194.0	11.9	9.7	5.38

Year	N
2007	5
2008	0
2009	0
2010	1
2011	2
2012	6
2013	0
2014	0
2015	14
2016	8
2017	0
2018	2
Total	38



#0333OCU October Ursae Majorids α=144.8, δ=64.5, λs=202

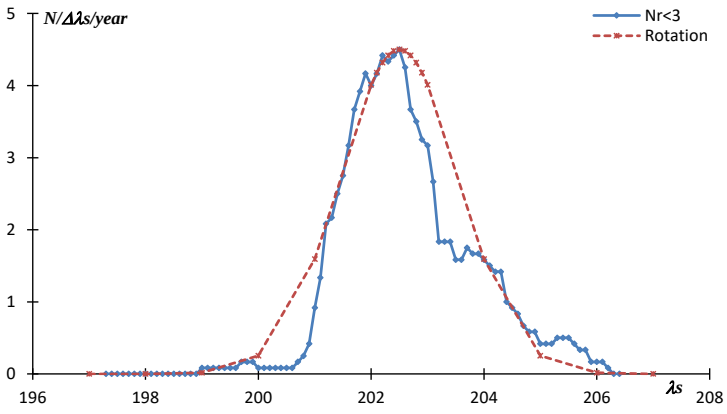




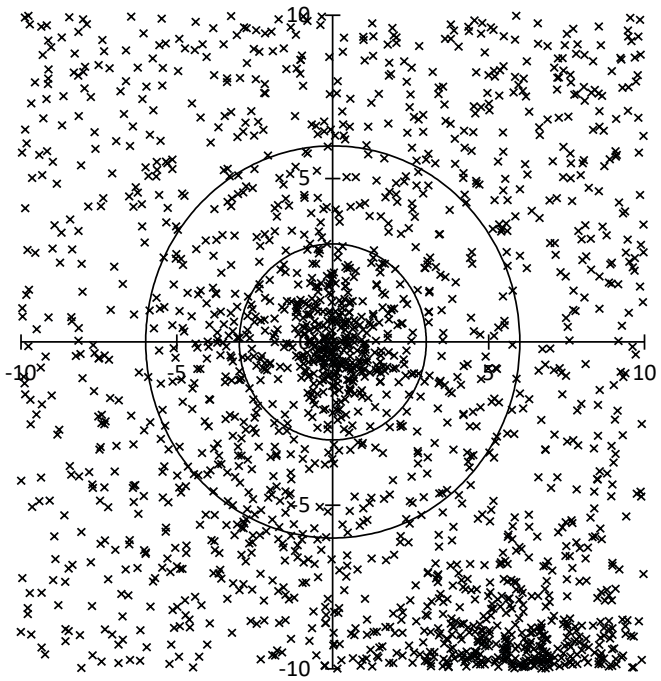
Code	λs	λ-λs	β
OCU00	202	278.9	46.8
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	202.5	54	
DR3	202.5	15.1	
DR10	201.5	32.8	
DR15	202.5	41.7	

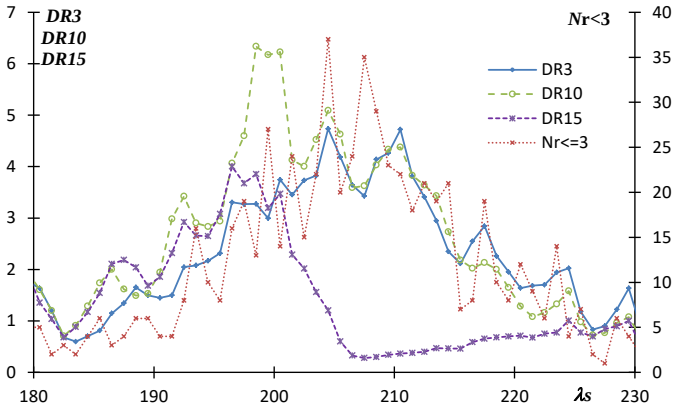
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
197	275.5	46.8	132.1	66.9	56.4	0.999	0.993	101.9	171.2	197.0	18.8	8.6	691.38
198	276.2	46.8	134.6	66.5	56.2	0.984	0.991	101.7	170.0	198.0	20.0	9.8	60.39
199	276.8	46.7	137.1	66.0	56.0	0.969	0.989	101.5	168.7	199.0	21.3	11.0	31.81
200	277.4	46.7	139.6	65.5	55.8	0.955	0.986	101.3	167.5	200.0	22.5	12.3	21.70
201	278.0	46.7	141.9	65.0	55.6	0.940	0.983	101.0	166.2	201.0	23.7	13.5	16.53
202	278.7	46.7	144.2	64.5	55.4	0.927	0.981	100.8	164.9	202.0	24.9	14.8	13.39
202.1	278.7	46.7	144.4	64.4	55.4	0.925	0.980	100.8	164.8	202.1	25.0	15.0	13.14
202.2	278.8	46.7	144.7	64.3	55.4	0.924	0.980	100.8	164.6	202.2	25.1	15.1	12.90
202.3	278.8	46.7	144.9	64.3	55.3	0.923	0.980	100.8	164.5	202.3	25.3	15.2	12.67
202.4	278.9	46.7	145.1	64.2	55.3	0.921	0.979	100.7	164.4	202.4	25.4	15.3	12.45
202.5	279.0	46.7	145.3	64.2	55.3	0.920	0.979	100.7	164.2	202.5	25.5	15.5	12.24
202.6	279.0	46.7	145.6	64.1	55.3	0.919	0.979	100.7	164.1	202.6	25.6	15.6	12.03
202.7	279.1	46.7	145.8	64.1	55.3	0.917	0.978	100.7	164.0	202.7	25.7	15.7	11.83
202.8	279.2	46.7	146.0	64.0	55.2	0.916	0.978	100.7	163.8	202.8	25.9	15.9	11.64
202.9	279.2	46.6	146.2	64.0	55.2	0.915	0.978	100.6	163.7	202.9	26.0	16.0	11.46
203	279.3	46.6	146.4	63.9	55.2	0.913	0.977	100.6	163.6	203.0	26.1	16.1	11.28
204	279.9	46.6	148.6	63.3	55.0	0.900	0.974	100.4	162.2	204.0	27.3	17.5	9.77
205	280.5	46.6	150.7	62.7	54.8	0.888	0.970	100.2	160.9	205.0	28.5	18.8	8.63
206	281.1	46.5	152.7	62.1	54.6	0.875	0.967	99.9	159.5	206.0	29.7	20.2	7.74
207	281.8	46.5	154.7	61.5	54.4	0.863	0.962	99.7	158.1	207.0	30.9	21.6	7.03

Year	N
2007	3
2008	5
2009	17
2010	11
2011	4
2012	12
2013	7
2014	14
2015	17
2016	27
2017	2
2018	6
Total	125



#0023EGE epsilon Geminids α=101.6, δ=26.7, λs=206 注釈を読む

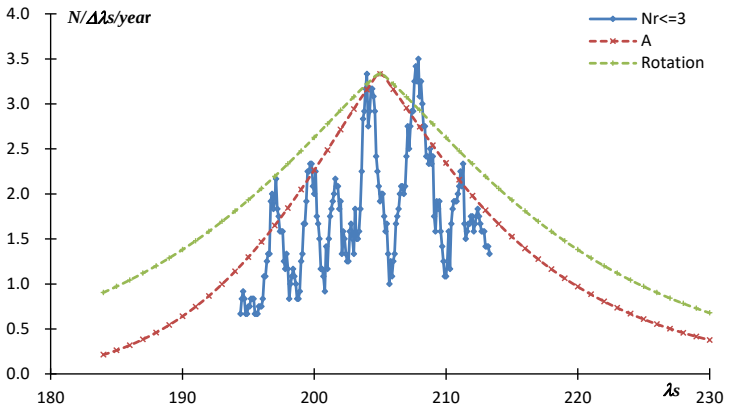




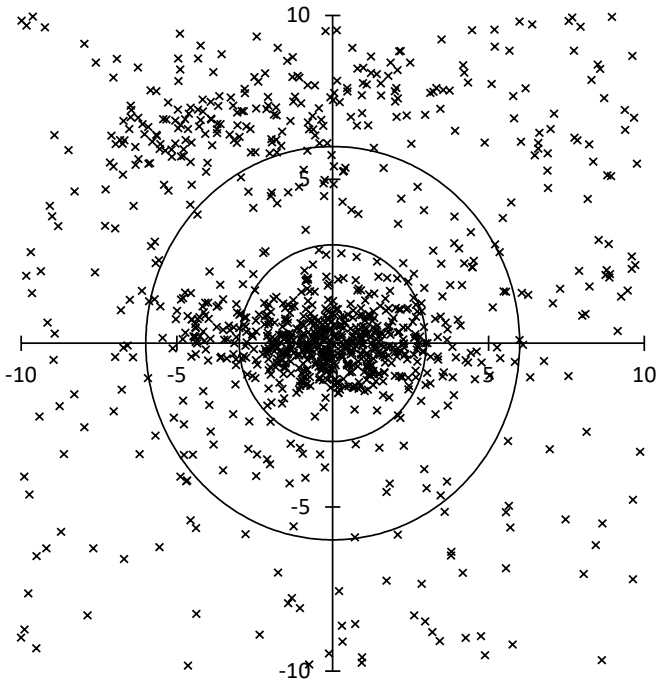
Code	λs	λ-λs	β
EGE03	204.1	254.7	5.2
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	204.5	37	
DR3	204.5	4.7	
DR10	198.5	6.3	
DR15	196.5	4.0	

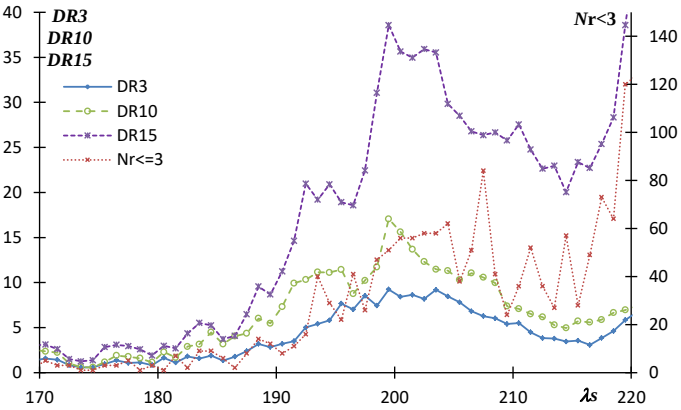
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
185	259.2	6.6	83.3	29.9	69.9	0.958	0.894	168.2	218.8	185.0	326.8	-7.4	21.44
190	258.0	6.2	87.8	29.7	69.5	0.941	0.868	168.7	223.4	190.0	327.1	-7.7	14.66
195	256.9	5.9	92.1	29.3	69.2	0.926	0.840	169.2	228.1	195.0	327.4	-8.0	11.40
199	255.9	5.6	95.6	28.9	68.9	0.917	0.816	169.7	231.8	199.0	327.7	-8.1	9.82
200	255.7	5.5	96.5	28.8	68.8	0.915	0.810	169.8	232.7	200.0	327.7	-8.1	9.51
201	255.5	5.4	97.4	28.7	68.8	0.913	0.803	169.9	233.7	201.0	327.8	-8.1	9.23
202	255.3	5.3	98.2	28.6	68.7	0.911	0.797	170.0	234.6	202.0	327.8	-8.1	8.97
203	255.0	5.3	99.1	28.5	68.6	0.909	0.791	170.1	235.5	203.0	327.9	-8.1	8.73
204	254.8	5.2	100.0	28.3	68.6	0.908	0.784	170.2	236.4	204.0	327.9	-8.1	8.50
205	254.6	5.1	100.8	28.2	68.5	0.906	0.778	170.3	237.4	205.0	328.0	-8.1	8.30
206	254.3	5.0	101.7	28.1	68.4	0.905	0.772	170.4	238.3	206.0	328.1	-8.1	8.11
207	254.1	5.0	102.5	27.9	68.4	0.904	0.765	170.6	239.2	207.0	328.1	-8.1	7.93
208	253.9	4.9	103.4	27.8	68.3	0.902	0.758	170.7	240.1	208.0	328.2	-8.1	7.77
209	253.6	4.8	104.2	27.6	68.2	0.901	0.752	170.8	241.0	209.0	328.3	-8.1	7.62
210	253.4	4.7	105.1	27.5	68.2	0.900	0.745	170.9	242.0	210.0	328.3	-8.0	7.47
211	253.2	4.7	105.9	27.3	68.1	0.899	0.738	171.0	242.9	211.0	328.4	-8.0	7.34
212	252.9	4.6	106.8	27.2	68.0	0.899	0.732	171.1	243.8	212.0	328.5	-7.9	7.22
215	252.2	4.4	109.3	26.6	67.8	0.897	0.711	171.5	246.5	215.0	328.8	-7.8	6.89
220	251.1	4.0	113.5	25.7	67.5	0.896	0.677	172.1	250.9	220.0	329.2	-7.5	6.48
225	249.9	3.6	117.6	24.7	67.1	0.896	0.642	172.7	255.3	225.0	329.8	-7.0	6.19

Year	N
2007	25
2008	32
2009	48
2010	31
2011	24
2012	50
2013	26
2014	45
2015	40
2016	40
2017	18
2018	40
Total	419



#0002STA_SE Southern Taurids α=49.4, δ=13, λs=224 注釈を読む



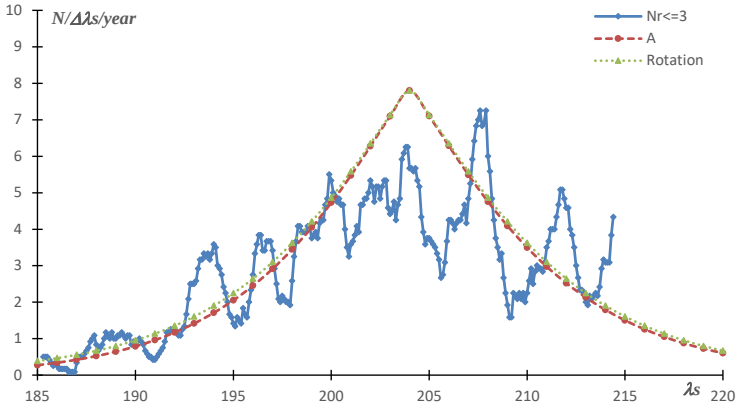


Code	λs	λ-λs	β
*SE	202.6	194.8	-4.4
Δr=	3		
Δλs=	5		

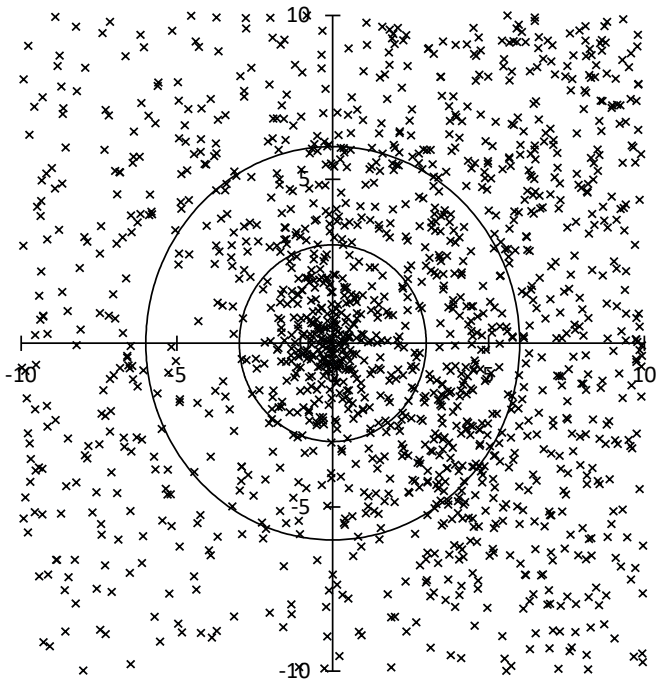
	λs	max
Nr<=3	204.5	62
DR3	199.5	9.2
DR10	199.5	17.1
DR15	199.5	38.6

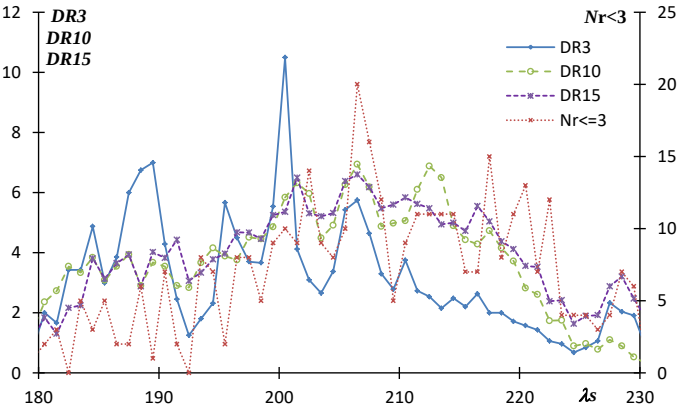
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
185	200.4	-4.0	25.0	6.1	30.5	0.858	0.226	6.3	132.6	5.0	137.8	4.6	1.59
190	199.0	-4.1	28.4	7.3	29.9	0.849	0.248	6.1	129.6	10.0	139.8	4.7	1.64
195	197.7	-4.3	31.9	8.4	29.4	0.840	0.271	6.0	126.6	15.0	141.8	4.8	1.69
198	196.8	-4.4	34.0	9.0	29.0	0.834	0.285	5.9	124.8	18.0	143.0	4.8	1.72
199	196.6	-4.4	34.7	9.2	28.9	0.833	0.290	5.8	124.2	19.0	143.3	4.8	1.73
200	196.3	-4.4	35.4	9.5	28.8	0.831	0.294	5.8	123.6	20.0	143.7	4.8	1.74
201	196.0	-4.4	36.2	9.7	28.7	0.829	0.299	5.8	123.0	21.0	144.1	4.8	1.75
202	195.8	-4.5	36.9	9.9	28.6	0.828	0.304	5.7	122.4	22.0	144.5	4.8	1.76
203	195.5	-4.5	37.6	10.1	28.5	0.826	0.308	5.7	121.8	23.0	144.9	4.8	1.77
204	195.2	-4.5	38.3	10.3	28.4	0.824	0.313	5.7	121.2	24.0	145.3	4.9	1.78
205	194.9	-4.5	39.0	10.5	28.2	0.823	0.318	5.6	120.6	25.0	145.7	4.9	1.79
206	194.7	-4.6	39.7	10.7	28.1	0.821	0.323	5.6	120.0	26.0	146.1	4.9	1.80
207	194.4	-4.6	40.4	10.9	28.0	0.819	0.328	5.6	119.3	27.0	146.5	4.9	1.81
208	194.1	-4.6	41.1	11.1	27.9	0.818	0.332	5.6	118.7	28.0	146.9	4.9	1.82
209	193.8	-4.7	41.8	11.3	27.8	0.816	0.337	5.5	118.1	29.0	147.2	4.9	1.83
210	193.6	-4.7	42.5	11.4	27.7	0.815	0.342	5.5	117.5	30.0	147.6	4.9	1.84
215	192.2	-4.8	46.1	12.4	27.1	0.807	0.366	5.4	114.5	35.0	149.6	4.9	1.89
220	190.8	-4.9	49.8	13.2	26.6	0.799	0.390	5.2	111.4	40.0	151.5	4.9	1.95
225	189.5	-5.1	53.4	14.0	26.0	0.792	0.414	5.1	108.4	45.0	153.5	4.8	2.00
230	188.1	-5.2	57.1	14.7	25.4	0.785	0.439	5.0	105.4	50.0	155.5	4.8	2.04
235	186.8	-5.3	60.8	15.3	24.9	0.779	0.462	4.8	102.5	55.0	157.5	4.7	2.09

Year	N
2007	13
2008	54
2009	91
2010	26
2011	17
2012	80
2013	42
2014	50
2015	61
2016	52
2017	8
2018	37
Total	531



#0480TCA tau Cancrids α=137.5, δ=30.5, λs=207.3

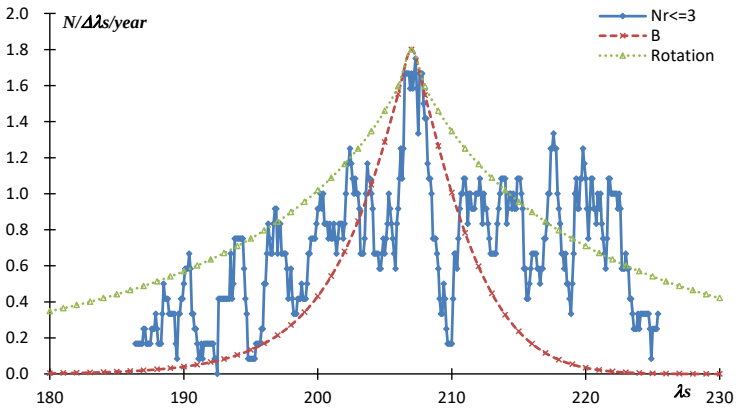




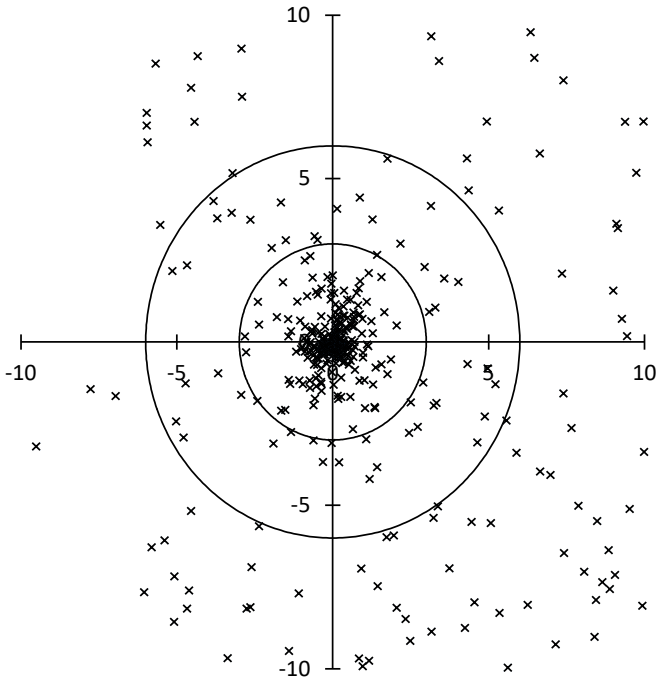
Code	λs	λ-λs	β
TCA02	206	284.8	12.4
Δr=	3		
Δλs=	20		
	λs	max	
Nr<=3	206.5	20	
DR3	200.5	10.5	
DR10	206.5	6.9	
DR15	206.5	6.6	

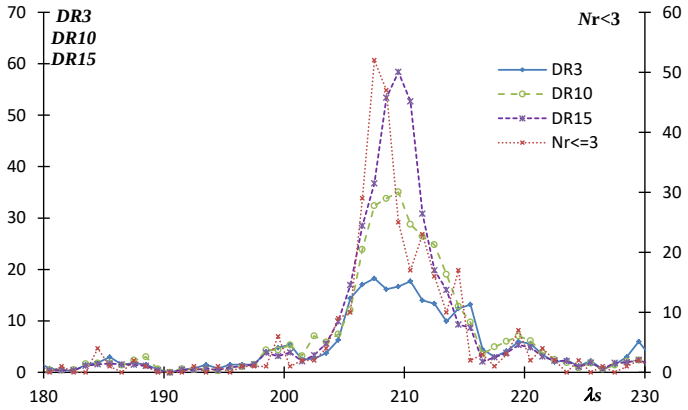
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
180	289.8	6.8	112.5	28.7	66.7	0.877	0.683	166.4	108.4	180.0	71.1	12.9	5.57
185	288.7	7.9	117.1	29.1	66.8	0.862	0.711	164.4	111.8	185.0	72.4	14.4	5.13
190	287.6	9.0	121.7	29.5	66.8	0.847	0.739	162.5	115.5	190.0	73.5	15.8	4.83
195	286.5	10.1	126.3	29.6	66.9	0.834	0.767	160.6	119.3	195.0	74.3	16.8	4.63
196	286.3	10.3	127.3	29.7	66.9	0.832	0.773	160.3	120.1	196.0	74.4	17.0	4.60
197	286.1	10.5	128.2	29.7	66.9	0.830	0.778	159.9	120.9	197.0	74.5	17.2	4.57
198	285.9	10.7	129.1	29.7	66.9	0.828	0.784	159.5	121.7	198.0	74.6	17.3	4.54
199	285.7	11.0	130.0	29.7	67.0	0.825	0.789	159.2	122.5	199.0	74.7	17.5	4.52
200	285.5	11.2	130.9	29.7	67.0	0.823	0.795	158.8	123.3	200.0	74.8	17.6	4.50
204	284.6	12.1	134.6	29.7	67.0	0.817	0.816	157.4	126.6	204.0	75.1	18.0	4.45
205	284.4	12.3	135.5	29.7	67.1	0.815	0.821	157.0	127.5	205.0	75.2	18.1	4.45
206	284.1	12.5	136.4	29.7	67.1	0.814	0.826	156.7	128.4	206.0	75.2	18.1	4.44
207	283.9	12.7	137.3	29.7	67.1	0.813	0.832	156.3	129.2	207.0	75.3	18.1	4.44
208	283.7	12.9	138.3	29.6	67.1	0.812	0.837	156.0	130.1	208.0	75.3	18.2	4.44
209	283.5	13.1	139.2	29.6	67.1	0.811	0.842	155.6	131.0	209.0	75.4	18.2	4.45
210	283.3	13.3	140.1	29.6	67.1	0.810	0.847	155.3	131.8	210.0	75.4	18.2	4.45
211	283.0	13.6	141.0	29.5	67.1	0.809	0.852	154.9	132.7	211.0	75.4	18.1	4.46
215	282.2	14.4	144.6	29.4	67.2	0.808	0.871	153.6	136.3	215.0	75.5	17.9	4.53
220	281.0	15.5	149.0	29.1	67.3	0.809	0.893	151.9	140.9	220.0	75.7	17.3	4.67
225	279.9	16.6	153.4	28.7	67.4	0.814	0.913	150.2	145.5	225.0	75.8	16.3	4.91
230	278.7	17.6	157.7	28.3	67.4	0.823	0.930	148.6	150.1	230.0	76.1	15.0	5.26

Year	N
2007	21
2008	17
2009	34
2010	11
2011	20
2012	32
2013	25
2014	27
2015	40
2016	39
2017	18
2018	41
Total	325



#0022LMI Leonis Minorids α=159.5, δ=36.7, λs=209

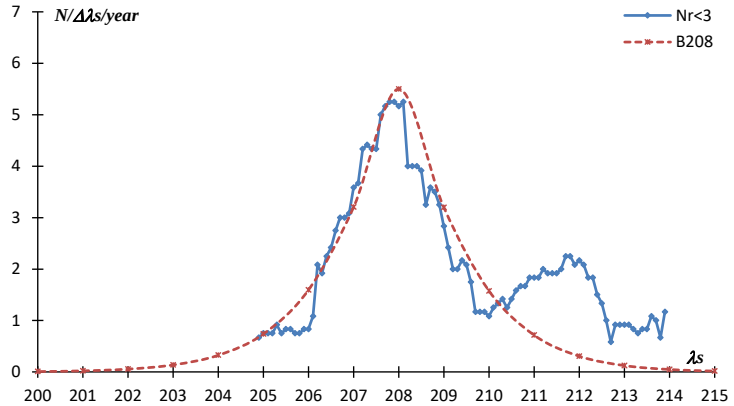




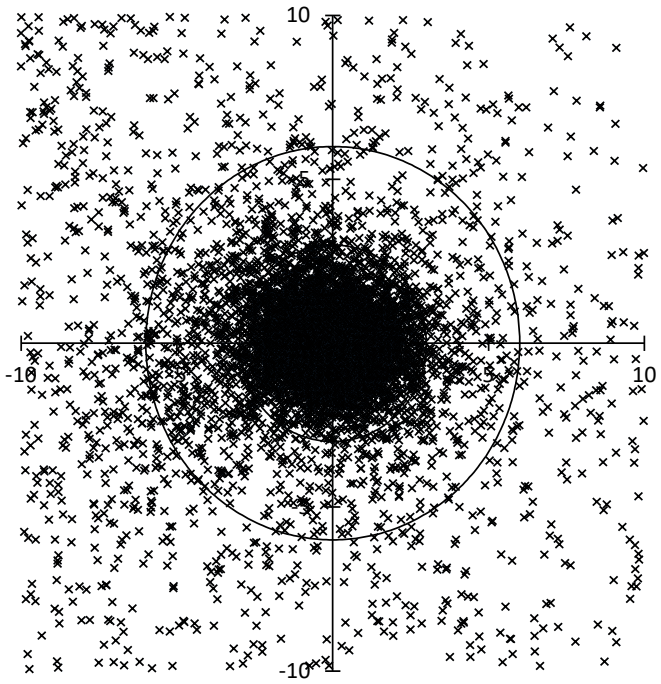
Code	λs	λ-λs	β
LMI04	209.6	297.9	26.2
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	207.5	52	
DR3	207.5	18.3	
DR10	209.5	35.0	
DR15	209.5	58.4	

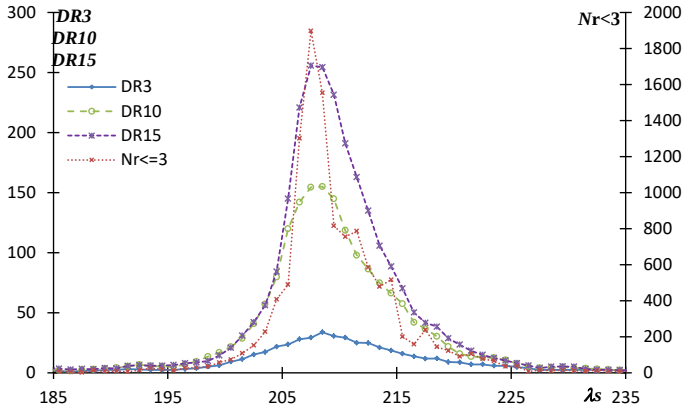
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
200	297.3	25.5	149.5	39.7	61.6	0.953	0.624	126.4	103.5	200.0	88.0	51.5	13.33
201	297.3	25.6	150.7	39.4	61.6	0.954	0.624	126.2	103.5	201.0	88.9	51.7	13.61
202	297.4	25.7	151.9	39.1	61.5	0.955	0.623	126.0	103.4	202.0	89.9	51.9	13.90
203	297.5	25.7	153.1	38.8	61.5	0.956	0.622	125.8	103.4	203.0	90.9	52.0	14.21
204	297.6	25.8	154.2	38.5	61.5	0.957	0.622	125.7	103.4	204.0	91.8	52.2	14.54
205	297.6	25.9	155.4	38.1	61.5	0.958	0.621	125.5	103.3	205.0	92.8	52.4	14.89
206	297.7	25.9	156.5	37.8	61.5	0.959	0.621	125.3	103.3	206.0	93.7	52.6	15.26
207	297.8	26.0	157.7	37.5	61.5	0.960	0.620	125.1	103.3	207.0	94.7	52.8	15.66
208	297.8	26.1	158.8	37.2	61.4	0.961	0.619	124.9	103.2	208.0	95.7	52.9	16.08
209	297.9	26.2	160.0	36.8	61.4	0.963	0.619	124.8	103.2	209.0	96.6	53.1	16.53
210	298.0	26.2	161.1	36.5	61.4	0.964	0.618	124.6	103.2	210.0	97.6	53.3	17.02
211	298.0	26.3	162.2	36.2	61.4	0.965	0.617	124.4	103.2	211.0	98.5	53.5	17.54
212	298.1	26.4	163.3	35.8	61.4	0.966	0.617	124.2	103.1	212.0	99.4	53.6	18.11
213	298.2	26.5	164.4	35.5	61.3	0.967	0.616	124.0	103.1	213.0	100.4	53.8	18.72
214	298.2	26.5	165.5	35.1	61.3	0.968	0.616	123.9	103.1	214.0	101.3	54.0	19.38
215	298.3	26.6	166.6	34.8	61.3	0.969	0.615	123.7	103.1	215.0	102.3	54.2	20.10
216	298.4	26.7	167.7	34.4	61.3	0.971	0.615	123.5	103.1	216.0	103.2	54.3	20.89
217	298.5	26.7	168.8	34.1	61.3	0.972	0.614	123.3	103.0	217.0	104.1	54.5	21.76
218	298.5	26.8	169.8	33.7	61.2	0.973	0.613	123.1	103.0	218.0	105.1	54.7	22.71
219	298.6	26.9	170.9	33.4	61.2	0.974	0.613	122.9	103.0	219.0	106.0	54.8	23.76
220	298.7	27.0	172.0	33.0	61.2	0.975	0.612	122.8	103.0	220.0	106.9	55.0	24.93

Year	N
2007	21
2008	12
2009	30
2010	8
2011	11
2012	42
2013	3
2014	20
2015	29
2016	20
2017	4
2018	45
Total	245



#0008ORI Orionids α=95.4, δ=15.9, λs=208.6 注釈を読む

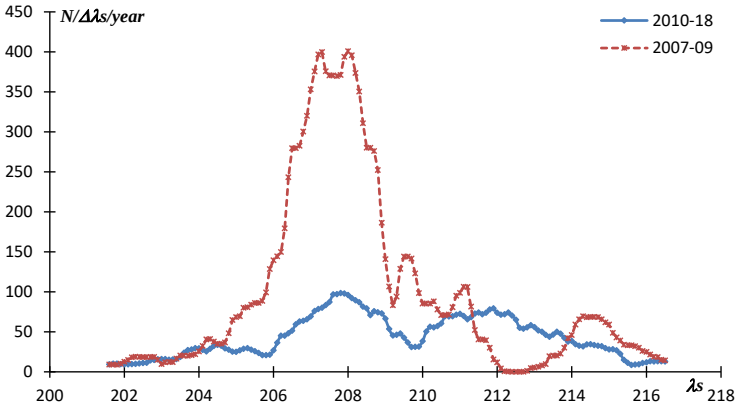




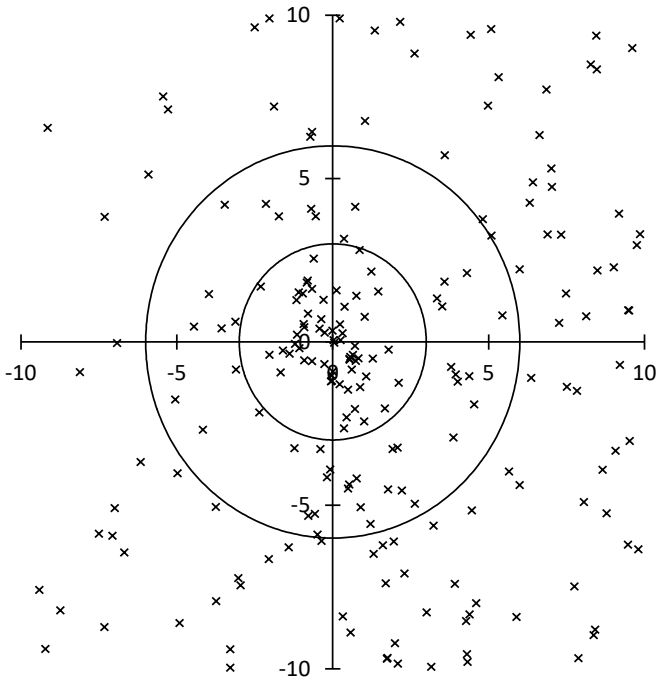
Code	λs	λ-λs	β
ORI06	209	246.7	-7.6
Δr=	3		
Δλs=	8		
	λs	max	
Nr<=3	207.5	1897	
DR3	208.5	33.8	
DR10	208.5	155.1	
DR15	207.5	255.7	

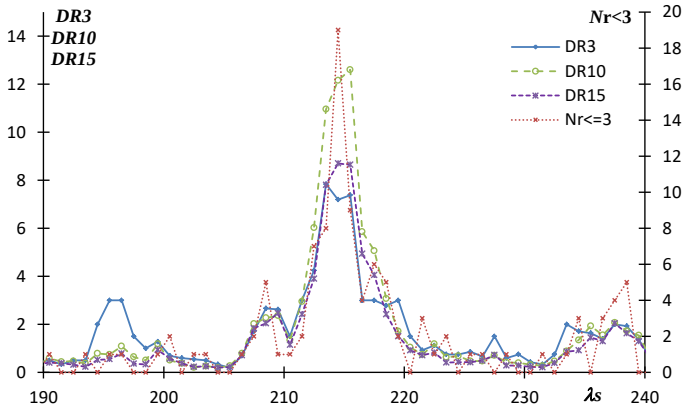
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λΠ	βΠ	a
190	251.9	-9.1	81.8	14.1	67.4	0.929	0.725	162.3	64.6	10.0	306.4	16.0	10.14
195	250.6	-8.7	85.5	14.6	67.0	0.927	0.685	162.7	69.7	15.0	306.2	16.2	9.36
200	249.2	-8.4	89.2	15.1	66.7	0.927	0.644	163.1	74.7	20.0	306.0	16.3	8.88
201	248.9	-8.3	89.9	15.2	66.6	0.928	0.636	163.1	75.7	21.0	305.9	16.3	8.82
202	248.7	-8.2	90.7	15.2	66.5	0.928	0.628	163.2	76.6	22.0	305.9	16.3	8.76
203	248.4	-8.1	91.4	15.3	66.4	0.929	0.620	163.3	77.6	23.0	305.9	16.3	8.71
204	248.1	-8.0	92.2	15.4	66.4	0.929	0.612	163.4	78.6	24.0	305.9	16.3	8.66
205	247.9	-8.0	92.9	15.5	66.3	0.930	0.603	163.5	79.5	25.0	305.9	16.2	8.63
206	247.6	-7.9	93.7	15.5	66.2	0.931	0.595	163.6	80.5	26.0	305.9	16.2	8.60
207	247.3	-7.8	94.4	15.6	66.1	0.932	0.587	163.6	81.4	27.0	305.9	16.2	8.58
208	247.0	-7.7	95.2	15.6	66.1	0.932	0.579	163.7	82.4	28.0	305.9	16.1	8.56
209	246.8	-7.6	95.9	15.7	66.0	0.933	0.571	163.8	83.3	29.0	305.9	16.1	8.56
210	246.5	-7.5	96.7	15.7	65.9	0.934	0.562	163.9	84.3	30.0	306.0	16.0	8.56
211	246.2	-7.5	97.4	15.8	65.8	0.935	0.554	164.0	85.2	31.0	306.0	16.0	8.56
212	246.0	-7.4	98.2	15.8	65.8	0.936	0.546	164.1	86.1	32.0	306.0	15.9	8.57
213	245.7	-7.3	99.0	15.9	65.7	0.937	0.538	164.1	87.0	33.0	306.1	15.8	8.59
214	245.4	-7.2	99.7	15.9	65.6	0.939	0.530	164.2	87.9	34.0	306.1	15.8	8.62
215	245.1	-7.1	100.5	15.9	65.5	0.940	0.522	164.3	88.8	35.0	306.2	15.7	8.65
220	243.8	-6.7	104.3	16.0	65.2	0.946	0.482	164.8	93.3	40.0	306.6	15.2	8.93
225	242.4	-6.3	108.1	16.0	64.8	0.953	0.443	165.2	97.6	45.0	307.1	14.6	9.42
230	241.1	-5.9	111.9	16.0	64.4	0.960	0.406	165.7	101.8	50.0	307.8	14.0	10.19

Year	N
2007	1505
2008	1040
2009	1926
2010	277
2011	722
2012	1177
2013	201
2014	599
2015	705
2016	736
2017	354
2018	1198
Total	10440



#0524LUM lambda Ursae Majorids α=158.2, δ=49.4, λs=15.0

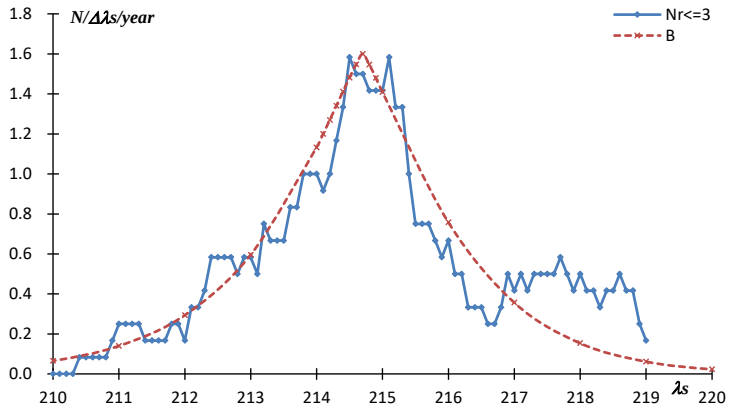




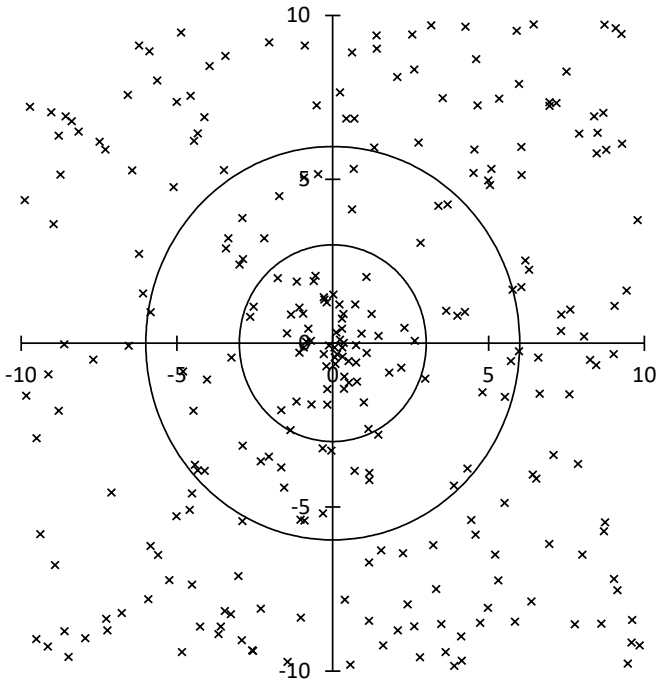
Code	λs	λ-λs	β
LUM02	214.6	284.6	37.1
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	214.5	19	
DR3	213.5	7.8	
DR10	215.5	12.6	
DR15	214.5	8.7	

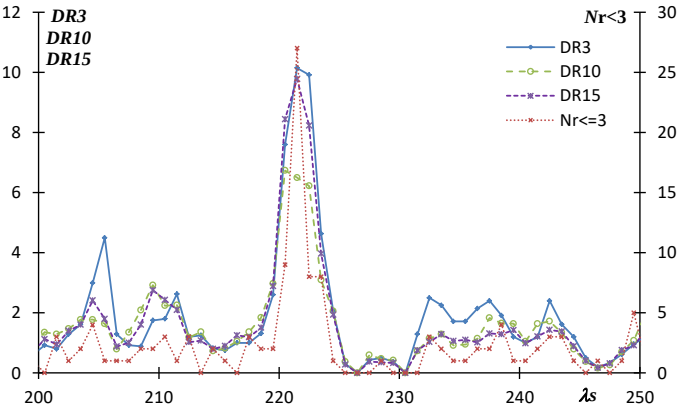
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
205	284.1	37.1	146.9	53.0	61.1	1.007	0.924	115.3	148.7	205.0	39.5	28.0	-126.21
206	284.2	37.0	148.1	52.7	61.0	1.004	0.923	115.3	148.7	206.0	40.6	28.1	-249.82
207	284.2	37.0	149.3	52.3	61.0	1.000	0.923	115.3	148.6	207.0	41.6	28.1	-10741.63
208	284.2	37.0	150.5	52.0	61.0	0.996	0.922	115.2	148.5	208.0	42.7	28.2	262.76
209	284.2	37.0	151.6	51.6	61.0	0.993	0.922	115.2	148.4	209.0	43.7	28.3	129.98
210	284.2	37.0	152.8	51.2	60.9	0.989	0.921	115.2	148.3	210.0	44.8	28.4	86.43
211	284.2	36.9	153.9	50.9	60.9	0.986	0.920	115.2	148.2	211.0	45.8	28.5	64.79
212	284.2	36.9	155.0	50.5	60.9	0.982	0.920	115.2	148.1	212.0	46.9	28.6	51.85
213	284.2	36.9	156.1	50.1	60.8	0.979	0.919	115.2	148.0	213.0	47.9	28.6	43.24
214	284.2	36.9	157.2	49.7	60.8	0.975	0.919	115.2	147.9	214.0	49.0	28.7	37.10
215	284.2	36.9	158.3	49.3	60.8	0.972	0.918	115.2	147.8	215.0	50.0	28.8	32.50
216	284.2	36.8	159.4	48.9	60.8	0.968	0.918	115.2	147.7	216.0	51.1	28.9	28.92
217	284.2	36.8	160.4	48.6	60.7	0.965	0.917	115.2	147.6	217.0	52.1	29.0	26.07
218	284.2	36.8	161.5	48.2	60.7	0.961	0.917	115.2	147.5	218.0	53.2	29.1	23.73
219	284.2	36.8	162.5	47.8	60.7	0.958	0.916	115.2	147.4	219.0	54.2	29.2	21.79
220	284.2	36.8	163.6	47.4	60.7	0.955	0.915	115.2	147.3	220.0	55.3	29.3	20.14
221	284.2	36.8	164.6	47.0	60.6	0.951	0.915	115.2	147.2	221.0	56.3	29.3	18.73
222	284.2	36.7	165.6	46.6	60.6	0.948	0.914	115.2	147.1	222.0	57.4	29.4	17.51
223	284.2	36.7	166.6	46.2	60.6	0.944	0.914	115.2	147.0	223.0	58.4	29.5	16.44
224	284.2	36.7	167.6	45.8	60.5	0.941	0.913	115.2	146.9	224.0	59.5	29.6	15.50
225	284.2	36.7	168.6	45.3	60.5	0.938	0.913	115.2	146.8	225.0	60.6	29.7	14.67

Year	N
2007	3
2008	8
2009	6
2010	1
2011	13
2012	7
2013	7
2014	4
2015	2
2016	2
2017	7
2018	2
Total	62



#0526SLD Southern lambda Draconids α=163, δ=68.1, λs=221.6

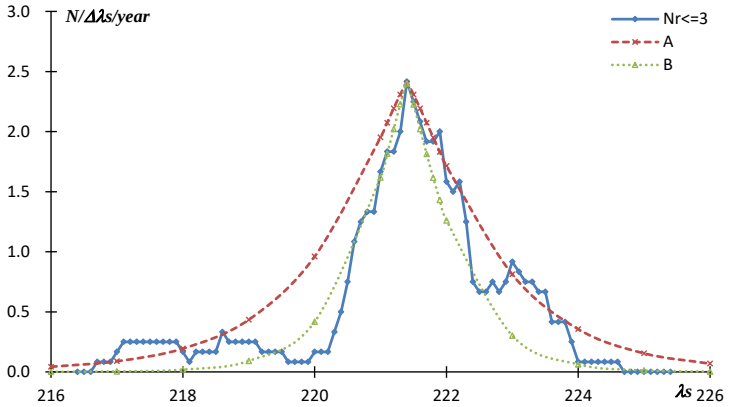




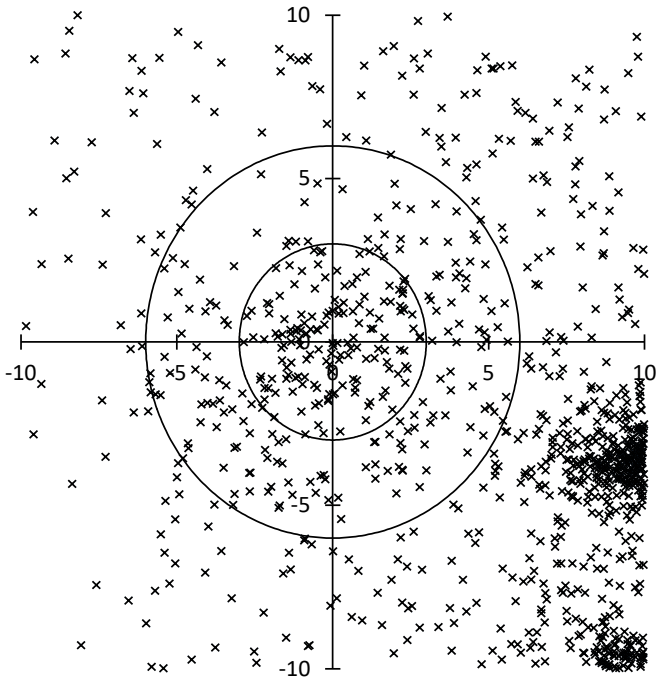
Code	λs	λ-λs	β
SLD01	221	265.7	53.7
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	221.5	27	
DR3	221.5	10.1	
DR10	220.5	6.7	
DR15	221.5	9.8	

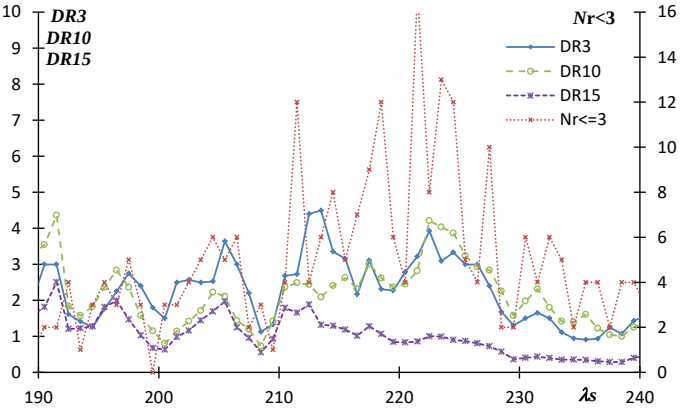
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
216	262.7	53.9	151.5	71.2	49.5	0.816	0.981	88.5	193.3	216.0	36.3	-13.3	5.33
217	263.1	53.8	153.5	70.7	49.3	0.799	0.982	88.5	192.8	217.0	37.4	-12.8	4.88
218	263.5	53.8	155.4	70.1	49.2	0.782	0.983	88.4	192.3	218.0	38.4	-12.3	4.50
219	263.9	53.7	157.2	69.6	49.0	0.765	0.983	88.3	191.8	219.0	39.4	-11.8	4.18
220	264.3	53.7	159.0	69.0	48.8	0.748	0.984	88.2	191.2	220.0	40.4	-11.2	3.90
221	264.7	53.6	160.7	68.5	48.6	0.731	0.985	88.1	190.7	221.0	41.4	-10.7	3.66
221.1	264.8	53.6	160.8	68.4	48.6	0.730	0.985	88.1	190.6	221.1	41.5	-10.6	3.64
221.2	264.8	53.6	161.0	68.4	48.6	0.728	0.985	88.1	190.6	221.2	41.6	-10.6	3.62
221.3	264.8	53.6	161.2	68.3	48.6	0.726	0.985	88.1	190.5	221.3	41.7	-10.5	3.60
221.4	264.9	53.6	161.3	68.2	48.6	0.725	0.985	88.1	190.5	221.4	41.8	-10.5	3.58
221.5	264.9	53.6	161.5	68.2	48.5	0.723	0.985	88.1	190.4	221.5	41.9	-10.4	3.55
221.6	265.0	53.6	161.7	68.1	48.5	0.721	0.985	88.0	190.3	221.6	42.0	-10.3	3.53
221.7	265.0	53.6	161.8	68.1	48.5	0.720	0.985	88.0	190.3	221.7	42.1	-10.3	3.51
221.8	265.1	53.6	162.0	68.0	48.5	0.718	0.985	88.0	190.2	221.8	42.2	-10.2	3.49
221.9	265.1	53.6	162.2	68.0	48.5	0.716	0.985	88.0	190.2	221.9	42.3	-10.2	3.47
222	265.1	53.6	162.3	67.9	48.5	0.715	0.985	88.0	190.1	222.0	42.4	-10.1	3.45
223	265.5	53.5	163.9	67.3	48.3	0.698	0.986	87.9	189.5	223.0	43.3	-9.5	3.27
224	266.0	53.5	165.5	66.7	48.1	0.682	0.986	87.8	188.9	224.0	44.3	-8.9	3.10
225	266.4	53.4	167.0	66.1	47.9	0.666	0.987	87.7	188.3	225.0	45.3	-8.3	2.95
226	266.8	53.3	168.4	65.6	47.8	0.650	0.987	87.6	187.7	226.0	46.3	-7.7	2.82

Year	N
2007	1
2008	2
2009	6
2010	9
2011	8
2012	4
2013	1
2014	7
2015	9
2016	5
2017	4
2018	4
Total	60



#0388CTA chi Taurids α=63.2, δ=24.7, λs=220.0

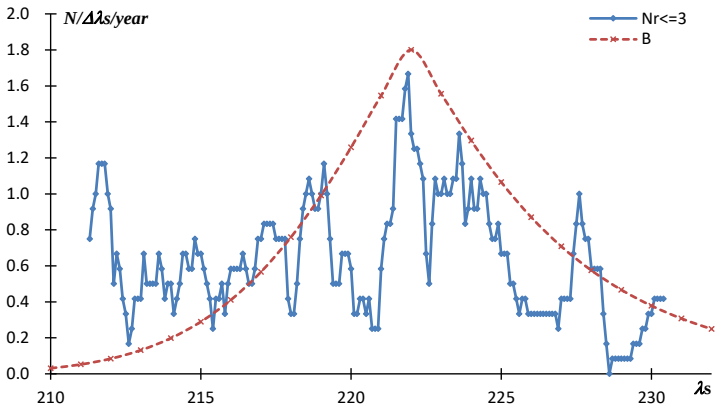




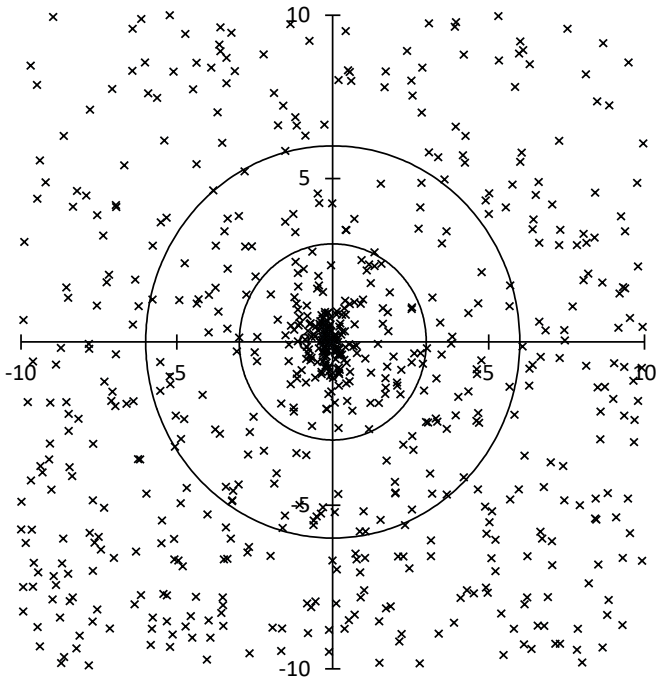
Code	λs	λ-λs	β
CTA01	221	204.9	5.0
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	221.5	17	
DR3	213.5	4.5	
DR10	222.5	4.2	
DR15	212.5	1.9	

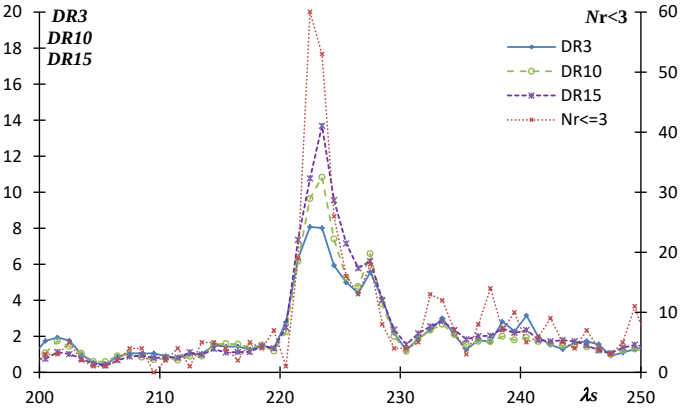
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
210	206.6	5.7	52.8	24.9	42.3	0.983	0.079	20.7	328.9	210.0	180.5	-10.5	4.79
211	206.4	5.7	53.7	25.1	42.1	0.982	0.082	20.4	328.4	211.0	181.1	-10.5	4.66
212	206.3	5.7	54.6	25.3	42.0	0.981	0.084	20.0	328.0	212.0	181.6	-10.4	4.53
213	206.1	5.7	55.5	25.5	41.8	0.980	0.086	19.7	327.6	213.0	182.2	-10.4	4.41
214	206.0	5.7	56.4	25.7	41.6	0.979	0.089	19.4	327.2	214.0	182.7	-10.3	4.30
215	205.8	5.8	57.4	25.9	41.4	0.978	0.091	19.0	326.8	215.0	183.3	-10.3	4.19
216	205.7	5.8	58.3	26.1	41.2	0.977	0.094	18.7	326.4	216.0	183.8	-10.2	4.09
217	205.5	5.8	59.2	26.3	41.1	0.976	0.096	18.4	326.0	217.0	184.4	-10.2	3.99
218	205.4	5.8	60.1	26.5	40.9	0.975	0.099	18.2	325.6	218.0	184.9	-10.1	3.90
219	205.2	5.8	61.1	26.7	40.7	0.974	0.101	17.9	325.2	219.0	185.5	-10.1	3.82
220	205.1	5.8	62.0	26.9	40.5	0.972	0.104	17.6	324.8	220.0	186.0	-10.0	3.73
221	204.9	5.8	62.9	27.0	40.3	0.971	0.106	17.3	324.4	221.0	186.6	-10.0	3.65
222	204.8	5.8	63.9	27.2	40.1	0.970	0.109	17.1	324.0	222.0	187.2	-9.9	3.58
223	204.7	5.8	64.8	27.3	40.0	0.968	0.111	16.8	323.6	223.0	187.7	-9.9	3.51
224	204.5	5.9	65.7	27.5	39.8	0.967	0.114	16.6	323.2	224.0	188.3	-9.9	3.44
225	204.4	5.9	66.7	27.6	39.6	0.965	0.117	16.3	322.8	225.0	188.9	-9.8	3.37
226	204.2	5.9	67.6	27.8	39.4	0.964	0.119	16.1	322.4	226.0	189.5	-9.8	3.31
227	204.1	5.9	68.6	27.9	39.2	0.962	0.122	15.9	322.0	227.0	190.0	-9.7	3.25
228	203.9	5.9	69.5	28.1	39.1	0.961	0.125	15.7	321.6	228.0	190.6	-9.7	3.19
229	203.8	5.9	70.5	28.2	38.9	0.959	0.128	15.4	321.2	229.0	191.2	-9.6	3.13
230	203.6	5.9	71.4	28.3	38.7	0.958	0.130	15.2	320.8	230.0	191.8	-9.6	3.08

Year	N
2007	3
2008	9
2009	20
2010	10
2011	14
2012	12
2013	12
2014	17
2015	10
2016	14
2017	20
2018	11
Total	152



#0445KUM kappa Ursae Majorids α=147.2, δ=45.0, λs=225.0

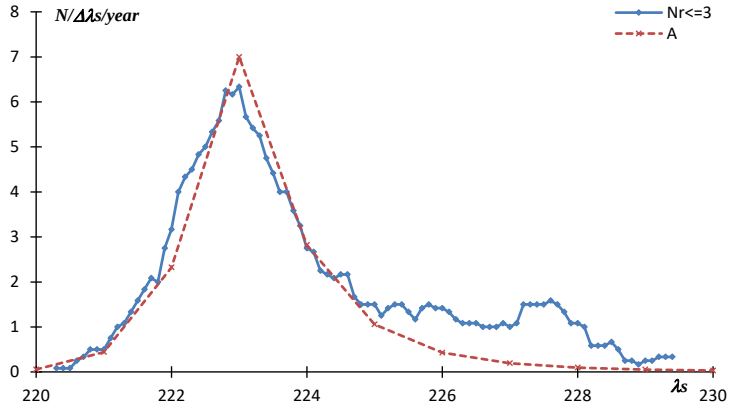




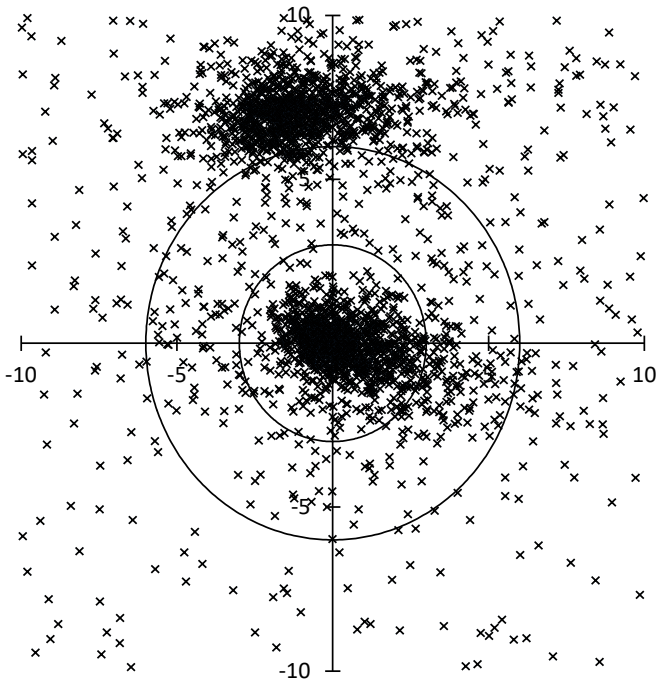
Code	λs	λ-λs	β
KUM00	225	268.2	29.8
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	222.5	60	
DR3	222.5	8.1	
DR10	223.5	10.8	
DR15	223.5	13.7	

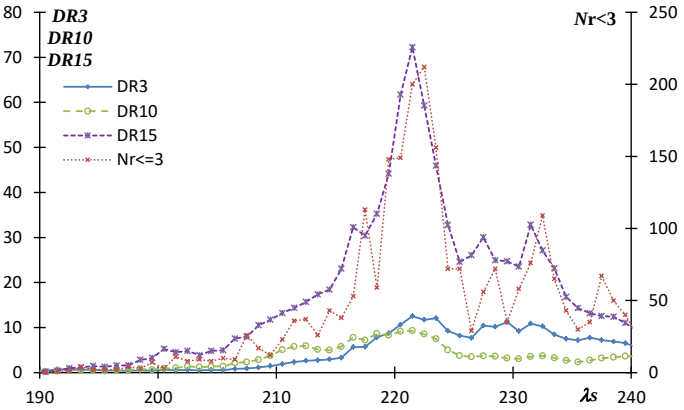
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
215	268.2	29.6	135.3	48.0	66.3	1.069	0.991	130.2	185.9	215.0	31.2	-4.5	-14.38
216	268.1	29.6	136.4	47.7	66.1	1.049	0.990	130.1	186.1	216.0	32.0	-4.7	-20.34
217	268.1	29.6	137.6	47.4	65.9	1.029	0.990	130.0	186.3	217.0	32.9	-4.9	-34.61
218	268.0	29.6	138.7	47.1	65.7	1.009	0.989	129.9	186.6	218.0	33.8	-5.0	-114.31
219	268.0	29.6	139.8	46.8	65.5	0.989	0.989	129.8	186.8	219.0	34.7	-5.2	88.66
220	267.9	29.6	140.9	46.5	65.3	0.969	0.989	129.7	187.0	220.0	35.5	-5.4	32.06
221	267.8	29.5	142.1	46.2	65.1	0.950	0.988	129.6	187.2	221.0	36.4	-5.6	19.62
222	267.8	29.5	143.2	45.9	64.9	0.930	0.988	129.5	187.5	222.0	37.2	-5.8	14.15
223	267.7	29.5	144.2	45.6	64.7	0.911	0.987	129.4	187.7	223.0	38.1	-6.0	11.09
224	267.7	29.5	145.3	45.3	64.4	0.892	0.987	129.3	188.0	224.0	38.9	-6.2	9.12
225	267.6	29.5	146.4	45.0	64.2	0.873	0.986	129.2	188.2	225.0	39.8	-6.4	7.75
226	267.6	29.5	147.5	44.6	64.0	0.854	0.986	129.1	188.5	226.0	40.6	-6.6	6.75
227	267.5	29.5	148.5	44.3	63.8	0.835	0.985	129.0	188.8	227.0	41.4	-6.8	5.98
228	267.5	29.5	149.6	44.0	63.6	0.817	0.985	128.9	189.1	228.0	42.3	-7.1	5.37
229	267.4	29.5	150.6	43.6	63.4	0.798	0.984	128.8	189.4	229.0	43.1	-7.3	4.88
230	267.3	29.4	151.6	43.3	63.2	0.780	0.984	128.7	189.7	230.0	43.9	-7.5	4.47
231	267.3	29.4	152.7	43.0	63.0	0.762	0.983	128.6	190.0	231.0	44.7	-7.8	4.13
232	267.2	29.4	153.7	42.6	62.8	0.744	0.982	128.5	190.3	232.0	45.5	-8.1	3.83
233	267.2	29.4	154.7	42.3	62.6	0.726	0.982	128.4	190.7	233.0	46.3	-8.3	3.58
234	267.1	29.4	155.7	41.9	62.3	0.708	0.981	128.3	191.0	234.0	47.1	-8.6	3.36
235	267.1	29.4	156.7	41.6	62.1	0.690	0.981	128.1	191.4	235.0	47.9	-8.9	3.17

Year	N
2007	0
2008	18
2009	26
2010	32
2011	3
2012	14
2013	17
2014	16
2015	18
2016	27
2017	34
2018	13
Total	218



#0002STA_SF Southern Taurids α=49.4, δ=13, λs=224 注釈を読む

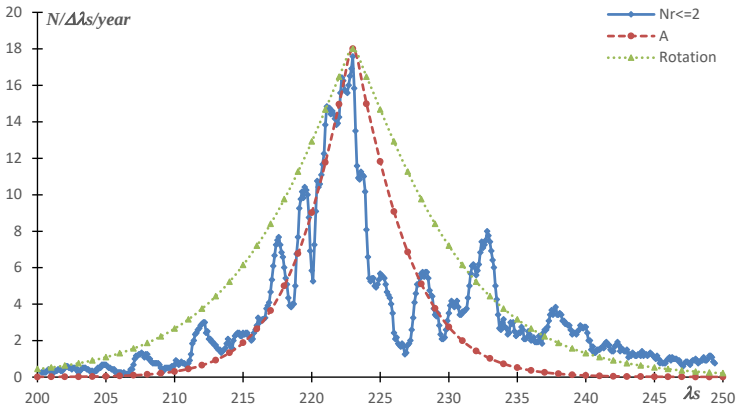




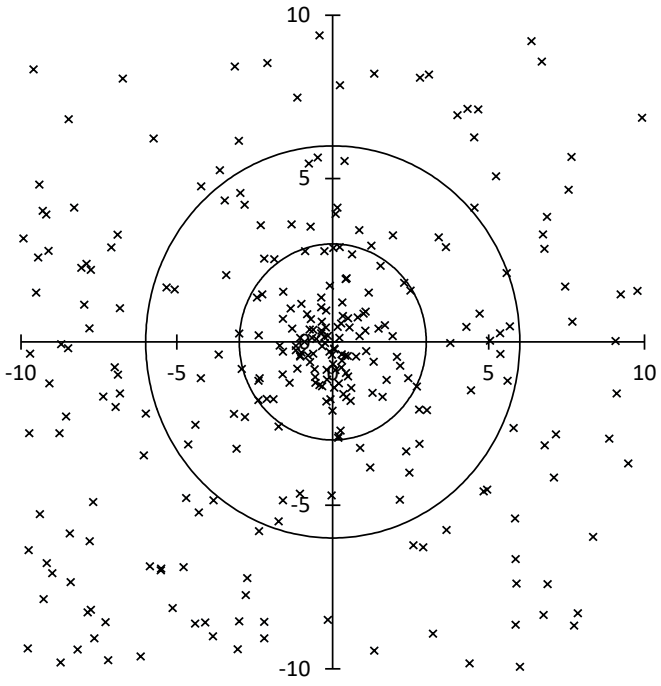
Code	λs	λ-λs	β
*SF	221.5	190.7	-5.0
Δr=	2		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	222.5	212	
DR3	221.5	12.5	
DR10	221.5	9.3	
DR15	221.5	72.2	

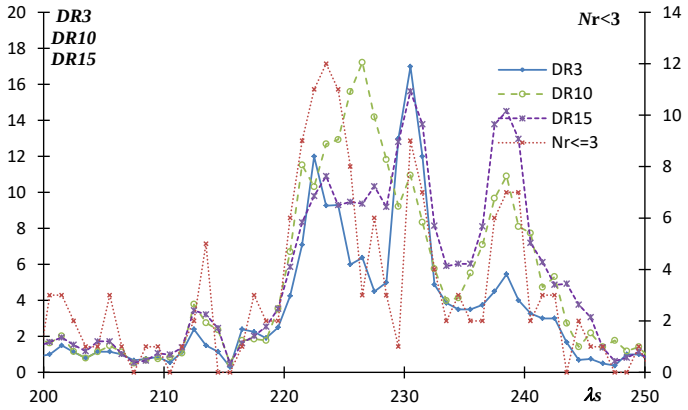
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λΠ	βΠ	a
200	202.5	-3.0	41.0	12.7	34.1	0.911	0.169	6.1	138.0	20.0	158.2	4.1	1.89
205	200.2	-3.4	43.7	13.1	32.7	0.892	0.208	6.0	132.7	25.0	157.9	4.4	1.93
206	199.7	-3.5	44.3	13.2	32.4	0.889	0.216	5.9	131.6	26.0	157.8	4.4	1.94
207	199.2	-3.6	44.8	13.3	32.2	0.885	0.224	5.9	130.6	27.0	157.7	4.5	1.95
208	198.8	-3.6	45.4	13.4	31.9	0.881	0.232	5.9	129.5	28.0	157.7	4.5	1.96
209	198.3	-3.7	45.9	13.5	31.6	0.877	0.241	5.8	128.5	29.0	157.6	4.6	1.96
210	197.9	-3.8	46.5	13.5	31.3	0.873	0.249	5.8	127.4	30.0	157.5	4.6	1.97
215	195.6	-4.1	49.3	13.9	29.9	0.854	0.293	5.6	122.1	35.0	157.2	4.8	2.00
218	194.2	-4.3	50.9	14.1	29.1	0.842	0.319	5.5	118.9	38.0	157.1	4.8	2.02
219	193.7	-4.4	51.5	14.2	28.8	0.838	0.328	5.5	117.9	39.0	157.0	4.8	2.02
220	193.3	-4.5	52.0	14.2	28.6	0.834	0.337	5.4	116.8	40.0	157.0	4.8	2.03
221	192.8	-4.6	52.6	14.3	28.3	0.830	0.346	5.4	115.8	41.0	156.9	4.9	2.03
222	192.3	-4.6	53.1	14.4	28.0	0.825	0.355	5.4	114.8	42.0	156.9	4.9	2.04
223	191.9	-4.7	53.7	14.4	27.7	0.821	0.365	5.3	113.7	43.0	156.8	4.9	2.04
224	191.4	-4.8	54.2	14.5	27.4	0.817	0.374	5.3	112.7	44.0	156.8	4.9	2.04
225	190.9	-4.8	54.8	14.5	27.2	0.813	0.383	5.2	111.7	45.0	156.7	4.9	2.04
230	188.6	-5.2	57.6	14.8	25.8	0.791	0.428	5.1	106.5	50.0	156.6	4.9	2.05
235	186.3	-5.5	60.3	15.0	24.4	0.769	0.473	4.9	101.5	55.0	156.5	4.8	2.05
240	184.0	-5.8	63.1	15.2	23.0	0.745	0.518	4.7	96.5	60.0	156.6	4.6	2.03
245	181.7	-6.1	65.9	15.4	21.6	0.720	0.561	4.5	91.7	65.0	156.7	4.5	2.00
250	179.4	-6.4	68.7	15.5	20.2	0.693	0.603	4.3	87.0	70.0	157.0	4.3	1.97

Year	N
2007	17
2008	170
2009	43
2010	40
2011	27
2012	160
2013	31
2014	12
2015	359
2016	31
2017	48
2018	94
Total	1032



#0018AND Andromedids α=24.2, δ=32.5, λs=232 注釈を読む

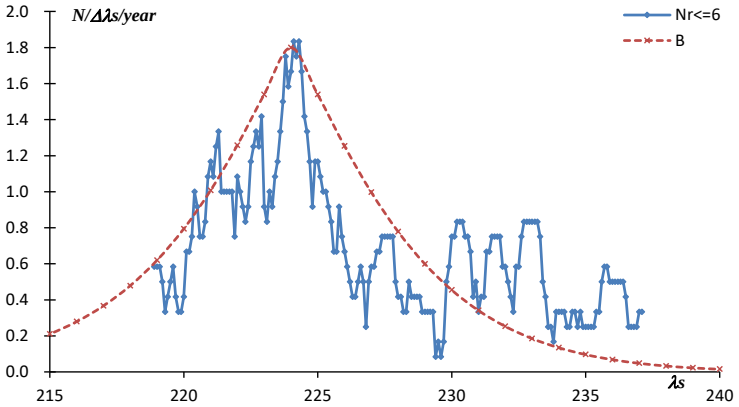




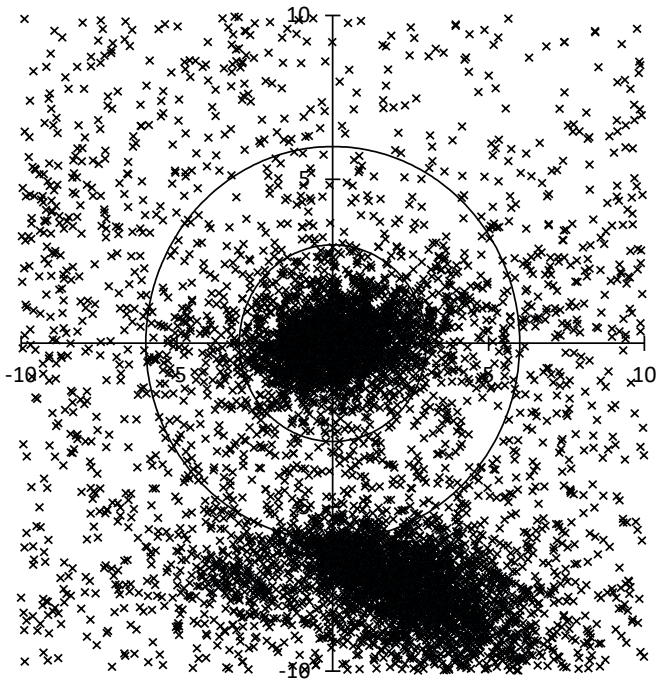
Code	λs	λ-λs	β
AND01	228.6	163.4	18.8
Δr=	6		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	223.5	12	
DR3	230.5	17.0	
DR10	226.5	17.2	
DR15	230.5	15.6	

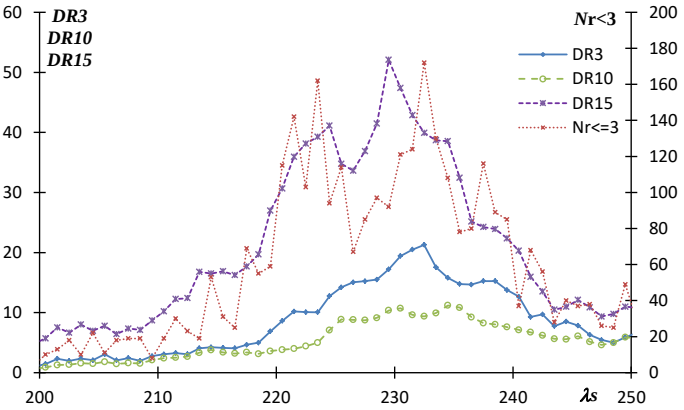
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
210	172.5	10.3	16.8	18.3	20.9	0.796	0.670	6.6	254.8	210.0	104.7	-6.3	3.28
215	170.2	13.0	18.2	21.8	19.9	0.781	0.705	7.7	250.3	215.0	105.1	-7.2	3.22
220	167.8	15.7	19.6	25.3	18.9	0.765	0.738	8.6	245.8	220.0	105.6	-7.8	3.14
221	167.3	16.2	19.9	26.0	18.7	0.761	0.745	8.7	245.0	221.0	105.7	-7.9	3.12
222	166.8	16.8	20.2	26.6	18.5	0.757	0.751	8.9	244.1	222.0	105.8	-8.0	3.09
223	166.3	17.3	20.4	27.3	18.3	0.753	0.757	9.0	243.2	223.0	105.9	-8.1	3.07
224	165.8	17.8	20.7	28.0	18.1	0.749	0.764	9.2	242.4	224.0	106.1	-8.1	3.04
225	165.3	18.4	21.0	28.7	17.9	0.745	0.770	9.3	241.5	225.0	106.2	-8.2	3.02
226	164.8	18.9	21.2	29.3	17.7	0.741	0.776	9.4	240.7	226.0	106.3	-8.2	2.99
227	164.3	19.4	21.5	30.0	17.5	0.736	0.782	9.5	239.8	227.0	106.5	-8.2	2.96
228	163.8	20.0	21.7	30.7	17.3	0.732	0.787	9.7	239.0	228.0	106.6	-8.3	2.93
229	163.3	20.5	22.0	31.3	17.1	0.727	0.793	9.8	238.1	229.0	106.8	-8.3	2.91
230	162.8	21.0	22.2	32.0	16.9	0.722	0.799	9.9	237.3	230.0	106.9	-8.3	2.88
231	162.2	21.5	22.5	32.6	16.7	0.717	0.804	10.0	236.5	231.0	107.1	-8.3	2.85
232	161.7	22.0	22.7	33.3	16.5	0.712	0.810	10.0	235.7	232.0	107.3	-8.3	2.81
233	161.2	22.6	22.9	33.9	16.3	0.707	0.815	10.1	234.9	233.0	107.4	-8.3	2.78
234	160.7	23.1	23.2	34.6	16.1	0.702	0.821	10.2	234.0	234.0	107.6	-8.2	2.75
235	160.1	23.6	23.4	35.2	15.9	0.696	0.826	10.3	233.2	235.0	107.8	-8.2	2.72
240	157.4	26.1	24.5	38.4	14.8	0.667	0.850	10.5	229.3	240.0	108.8	-7.9	2.55
245	154.5	28.6	25.4	41.4	13.8	0.635	0.872	10.6	225.5	245.0	110.0	-7.5	2.39
250	151.5	31.1	26.2	44.4	12.8	0.599	0.892	10.6	221.7	250.0	111.2	-7.0	2.23

Year	N
2007	7
2008	12
2009	20
2010	23
2011	6
2012	12
2013	6
2014	11
2015	17
2016	20
2017	17
2018	16
Total	167



#0017NTA Northern Taurids α=58.6, δ=21.6, λs=224 注釈を読む

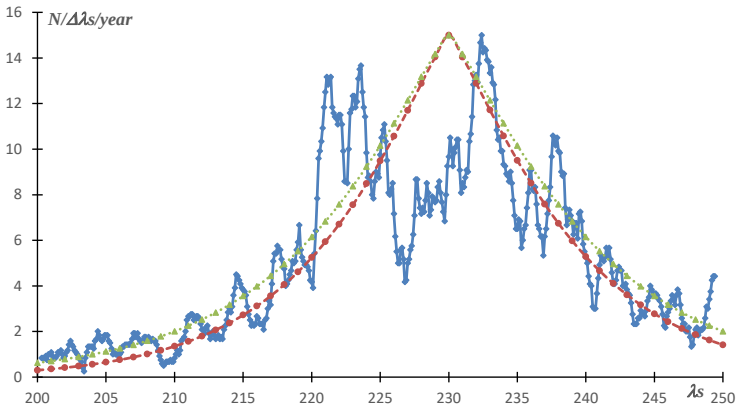




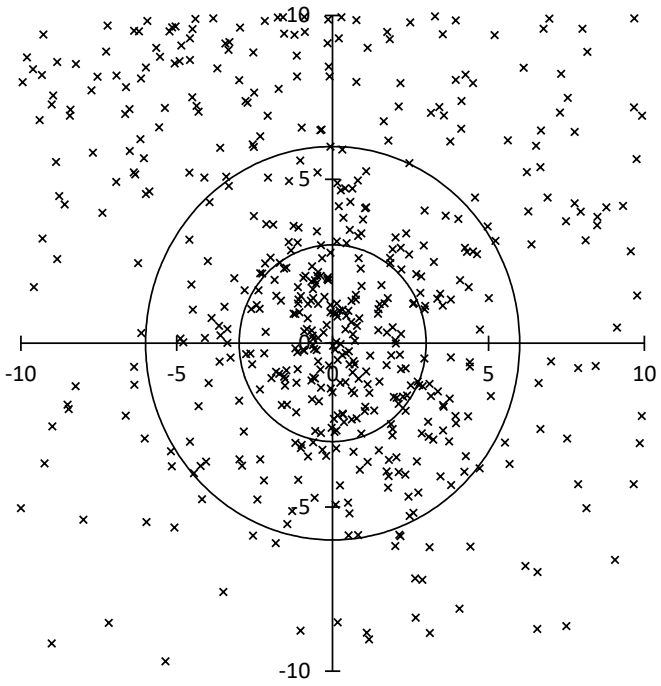
Code	λs	λ-λs	β
*NTA	228	191.7	2.1
Δr=	3		
Δλs=	20		
	λs	max	
Nr<=3	223.5	162	
DR3	231.5	20.5	
DR10	230.5	10.7	
DR15	229.5	52.1	

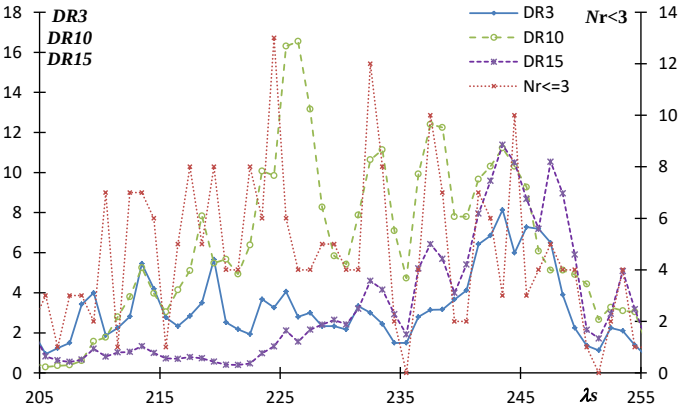
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
200	199.4	2.0	36.3	16.5	32.0	0.883	0.222	3.3	311.1	200.0	151.2	-2.5	1.90
205	198.0	2.0	39.9	17.7	31.2	0.873	0.245	3.2	308.1	205.0	153.1	-2.5	1.93
210	196.7	2.1	43.6	18.9	30.5	0.863	0.270	3.1	305.0	210.0	155.1	-2.5	1.96
215	195.4	2.2	47.3	20.0	29.8	0.852	0.294	3.0	302.0	215.0	157.0	-2.5	1.99
220	194.1	2.3	51.1	21.0	29.0	0.842	0.319	2.9	299.0	220.0	159.0	-2.5	2.01
222	193.5	2.3	52.6	21.4	28.7	0.837	0.329	2.8	297.8	222.0	159.8	-2.5	2.02
223	193.3	2.3	53.4	21.6	28.6	0.835	0.334	2.8	297.2	223.0	160.2	-2.5	2.03
224	193.0	2.3	54.1	21.8	28.5	0.833	0.339	2.8	296.6	224.0	160.6	-2.5	2.03
225	192.7	2.4	54.9	22.0	28.3	0.831	0.344	2.8	296.0	225.0	161.0	-2.5	2.04
226	192.5	2.4	55.7	22.1	28.2	0.829	0.349	2.8	295.4	226.0	161.4	-2.5	2.04
227	192.2	2.4	56.4	22.3	28.0	0.827	0.354	2.8	294.8	227.0	161.8	-2.5	2.04
228	191.9	2.4	57.2	22.5	27.9	0.824	0.360	2.8	294.2	228.0	162.2	-2.5	2.05
229	191.7	2.4	58.0	22.7	27.7	0.822	0.365	2.7	293.6	229.0	162.6	-2.5	2.05
230	191.4	2.4	58.7	22.8	27.6	0.820	0.370	2.7	293.0	230.0	163.0	-2.5	2.06
231	191.1	2.5	59.5	23.0	27.4	0.818	0.375	2.7	292.4	231.0	163.4	-2.5	2.06
232	190.9	2.5	60.3	23.2	27.3	0.816	0.380	2.7	291.8	232.0	163.8	-2.5	2.06
233	190.6	2.5	61.1	23.3	27.1	0.814	0.385	2.7	291.2	233.0	164.2	-2.5	2.07
235	190.1	2.5	62.6	23.6	26.8	0.809	0.395	2.6	290.0	235.0	165.0	-2.5	2.07
240	188.8	2.6	66.6	24.3	26.1	0.798	0.421	2.6	287.1	240.0	167.1	-2.5	2.08
245	187.4	2.7	70.6	24.9	25.4	0.787	0.446	2.5	284.1	245.0	169.2	-2.4	2.09
250	186.1	2.7	74.6	25.4	24.6	0.775	0.471	2.4	281.3	250.0	171.3	-2.4	2.10

Year	N
2007	178
2008	202
2009	273
2010	291
2011	196
2012	272
2013	217
2014	250
2015	163
2016	237
2017	334
2018	303
Total	2916



#0338OER omicron Eridanids α=60.70, δ=-1.5, λs=234.7

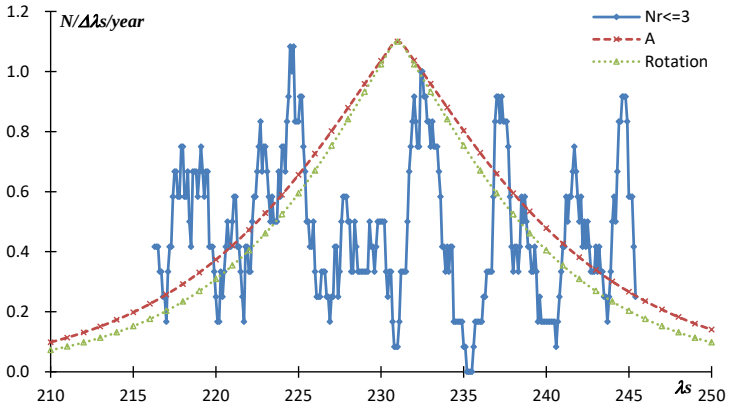




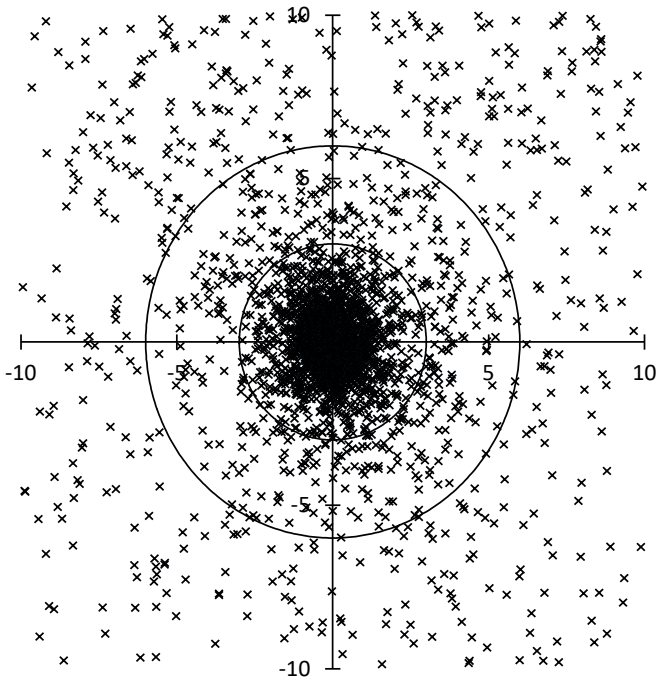
Code	λs	λ-λs	β
OER02	*231	184.4	-21.5
Δr=	3		
Δλs=	15		
	λs	max	
Nr<=3	224.5	13	
DR3	243.5	8.1	
DR10	226.5	16.5	
DR15	243.5	11.4	

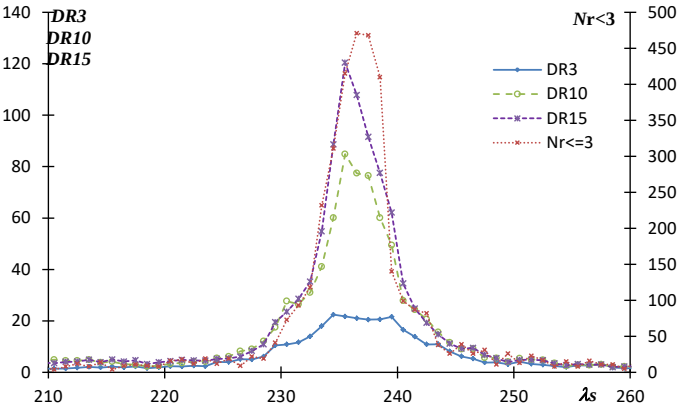
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
210	191.5	-15.1	43.7	0.9	30.5	0.881	0.381	18.3	108.6	30.0	139.5	17.3	3.19
215	190.0	-16.4	47.3	0.6	29.9	0.876	0.413	18.7	104.6	35.0	140.3	18.1	3.33
220	188.5	-17.8	50.9	0.2	29.2	0.872	0.445	19.0	100.6	40.0	141.2	18.7	3.47
223	187.6	-18.6	53.0	-0.1	28.8	0.869	0.465	19.2	98.2	43.0	141.7	19.0	3.55
224	187.3	-18.9	53.7	-0.2	28.7	0.868	0.471	19.2	97.4	44.0	141.9	19.1	3.58
225	187.0	-19.2	54.4	-0.3	28.5	0.868	0.477	19.3	96.6	45.0	142.0	19.1	3.60
226	186.7	-19.4	55.1	-0.4	28.4	0.867	0.484	19.3	95.9	46.0	142.2	19.2	3.63
227	186.4	-19.7	55.8	-0.5	28.3	0.866	0.490	19.4	95.1	47.0	142.4	19.3	3.66
228	186.1	-20.0	56.5	-0.6	28.1	0.865	0.496	19.4	94.3	48.0	142.6	19.3	3.68
229	185.8	-20.2	57.2	-0.7	28.0	0.864	0.503	19.4	93.5	49.0	142.7	19.4	3.71
230	185.4	-20.5	57.9	-0.8	27.9	0.864	0.509	19.5	92.8	50.0	142.9	19.4	3.74
231	185.1	-20.8	58.6	-1.0	27.7	0.863	0.515	19.5	92.0	51.0	143.1	19.5	3.76
232	184.8	-21.0	59.3	-1.1	27.6	0.862	0.521	19.5	91.2	52.0	143.3	19.5	3.79
233	184.5	-21.3	59.9	-1.2	27.5	0.862	0.528	19.5	90.5	53.0	143.5	19.5	3.81
234	184.2	-21.6	60.6	-1.3	27.3	0.861	0.534	19.6	89.7	54.0	143.7	19.6	3.84
235	183.8	-21.8	61.3	-1.5	27.2	0.860	0.540	19.6	88.9	55.0	143.9	19.6	3.86
236	183.5	-22.1	62.0	-1.6	27.0	0.859	0.546	19.6	88.2	56.0	144.1	19.6	3.88
237	183.2	-22.4	62.6	-1.7	26.9	0.859	0.552	19.6	87.4	57.0	144.3	19.6	3.91
240	182.2	-23.2	64.6	-2.1	26.5	0.857	0.570	19.6	85.2	60.0	144.9	19.6	3.97
245	180.6	-24.4	67.9	-2.9	25.8	0.853	0.599	19.7	81.5	65.0	146.0	19.4	4.08
250	178.9	-25.7	71.0	-3.7	25.2	0.849	0.628	19.6	77.9	70.0	147.2	19.2	4.16

Year	N
2007	12
2008	14
2009	15
2010	16
2011	15
2012	11
2013	14
2014	12
2015	11
2016	10
2017	23
2018	16
Total	169



#0013LEO Leonids α=154.24, δ=21.60, λs=235.1

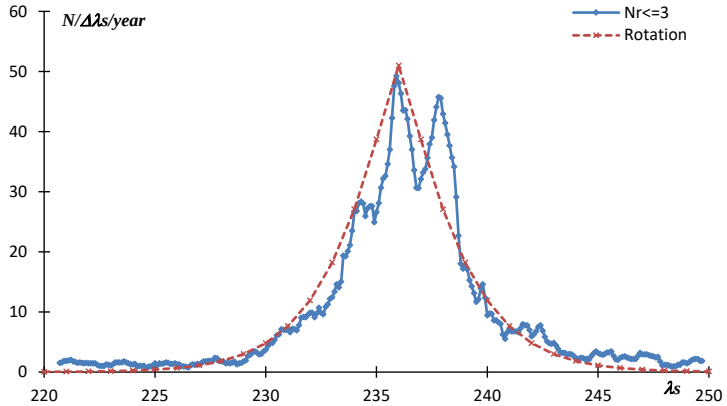




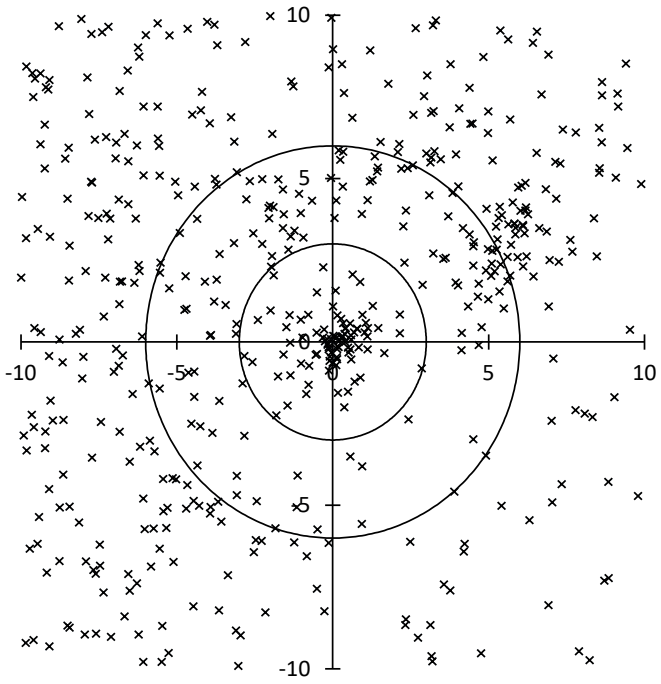
Code	λs	λ-λs	β
LEO04	235.4	272.3	10.2
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	236.5	471	
DR3	234.5	22.4	
DR10	235.5	84.8	
DR15	235.5	120.4	

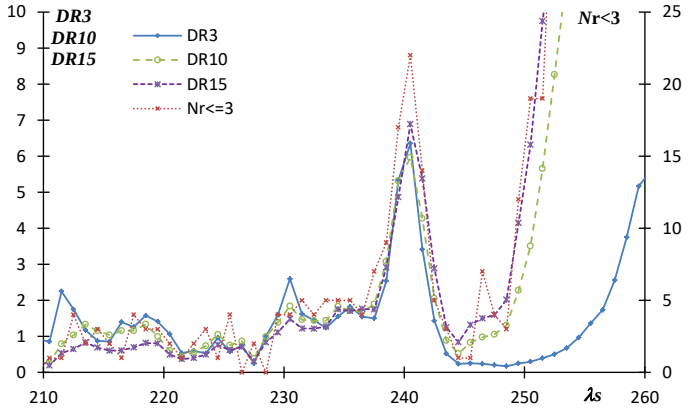
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
220	277.4	13.0	144.3	28.0	69.0	0.855	0.948	157.0	154.6	220.0	63.6	9.7	6.56
225	275.8	12.2	147.5	26.0	69.3	0.850	0.964	158.7	160.2	225.0	63.6	7.1	6.41
230	274.2	11.3	150.6	24.1	69.6	0.849	0.976	160.3	165.9	230.0	63.3	4.7	6.45
231	273.9	11.1	151.2	23.7	69.7	0.849	0.978	160.6	167.0	231.0	63.3	4.3	6.48
232	273.6	10.9	151.8	23.3	69.8	0.850	0.980	160.9	168.2	232.0	63.2	3.8	6.53
233	273.2	10.8	152.4	22.9	69.8	0.851	0.981	161.2	169.3	233.0	63.1	3.4	6.57
234	272.9	10.6	153.0	22.5	69.9	0.852	0.983	161.6	170.5	234.0	63.1	3.0	6.63
235	272.6	10.4	153.6	22.1	70.0	0.853	0.984	161.9	171.6	235.0	63.0	2.6	6.70
236	272.3	10.2	154.2	21.6	70.0	0.855	0.985	162.2	172.8	236.0	62.9	2.2	6.78
237	272.0	10.1	154.8	21.2	70.1	0.856	0.986	162.5	173.9	237.0	62.8	1.8	6.87
238	271.6	9.9	155.4	20.8	70.2	0.858	0.986	162.8	175.1	238.0	62.7	1.5	6.97
239	271.3	9.7	156.0	20.4	70.2	0.861	0.987	163.1	176.2	239.0	62.6	1.1	7.08
240	271.0	9.5	156.6	20.0	70.3	0.863	0.987	163.5	177.4	240.0	62.5	0.8	7.21
241	270.7	9.3	157.2	19.6	70.4	0.866	0.987	163.8	178.5	241.0	62.4	0.4	7.35
242	270.4	9.2	157.8	19.2	70.4	0.869	0.987	164.1	179.6	242.0	62.3	0.1	7.51
243	270.0	9.0	158.4	18.7	70.5	0.872	0.987	164.4	180.8	243.0	62.3	-0.2	7.69
244	269.7	8.8	159.0	18.3	70.6	0.875	0.987	164.7	181.9	244.0	62.2	-0.5	7.89
245	269.4	8.6	159.6	17.9	70.6	0.878	0.986	165.0	183.0	245.0	62.1	-0.8	8.11
246	269.1	8.4	160.2	17.5	70.7	0.882	0.985	165.4	184.2	246.0	62.0	-1.0	8.36
247	268.8	8.3	160.7	17.1	70.8	0.886	0.984	165.7	185.3	247.0	61.9	-1.3	8.64
250	267.8	7.7	162.5	15.8	71.0	0.899	0.981	166.6	188.6	250.0	61.7	-2.0	9.72

Year	N
2007	390
2008	225
2009	165
2010	314
2011	144
2012	191
2013	278
2014	266
2015	72
2016	184
2017	286
2018	269
Total	2784



#0246AMO alpha Monocerotids α=117.1, δ=0.8, λs=239.3 注釈を読む



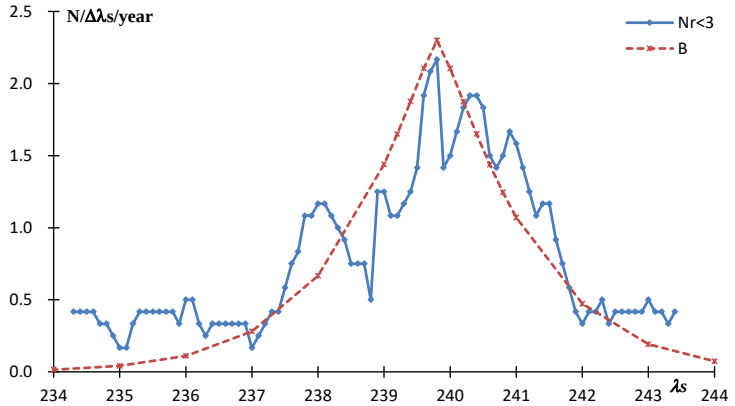


Code	λs	λ-λs	β
AMO01	239	239.7	-19.9
Δr=	3		
Δλs=	5		

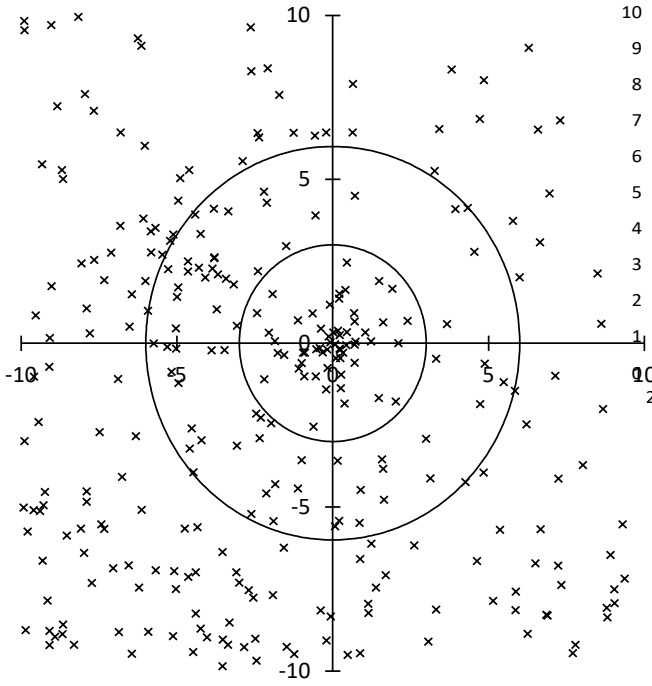
	λs	max
Nr<=3	240.5	22
DR3	240.5	6.4
DR10	240.5	6.0
DR15	240.5	6.9

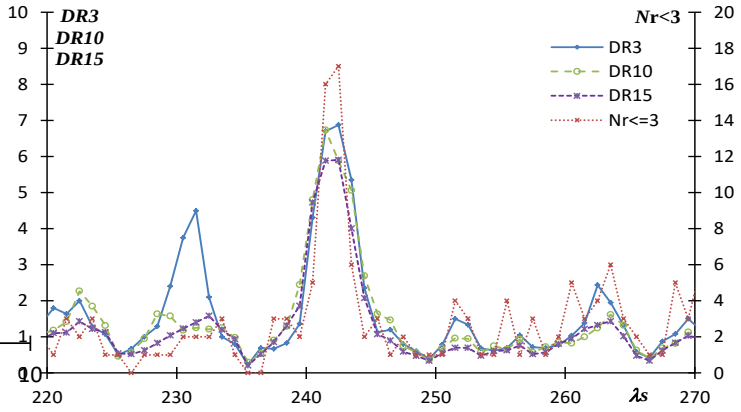
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
230	243.3	-21.7	111.5	0.0	61.3	0.895	0.552	132.4	86.4	50.0	325.4	47.5	5.28
235	241.4	-20.9	114.6	0.4	61.4	0.927	0.510	132.9	90.4	55.0	324.5	47.1	7.00
236	241.1	-20.7	115.2	0.4	61.5	0.933	0.502	132.9	91.1	56.0	324.3	47.0	7.51
237	240.7	-20.5	115.8	0.5	61.5	0.939	0.494	133.0	91.9	57.0	324.2	46.9	8.12
238	240.3	-20.3	116.4	0.6	61.5	0.945	0.486	133.1	92.7	58.0	324.1	46.8	8.85
239	240.0	-20.1	117.1	0.6	61.6	0.951	0.478	133.2	93.4	59.0	324.0	46.7	9.74
239.2	239.9	-20.1	117.2	0.6	61.6	0.952	0.476	133.2	93.6	59.2	324.0	46.7	9.94
239.4	239.8	-20.1	117.3	0.6	61.6	0.953	0.474	133.2	93.7	59.4	324.0	46.6	10.15
239.6	239.8	-20.0	117.4	0.7	61.6	0.954	0.473	133.2	93.9	59.6	323.9	46.6	10.37
239.8	239.7	-20.0	117.6	0.7	61.6	0.956	0.471	133.3	94.0	59.8	323.9	46.6	10.60
240	239.6	-20.0	117.7	0.7	61.6	0.957	0.470	133.3	94.2	60.0	323.9	46.6	10.84
240.2	239.5	-19.9	117.8	0.7	61.6	0.958	0.468	133.3	94.3	60.2	323.9	46.5	11.10
240.4	239.5	-19.9	117.9	0.7	61.6	0.959	0.466	133.3	94.5	60.4	323.9	46.5	11.37
240.6	239.4	-19.8	118.1	0.7	61.6	0.960	0.465	133.3	94.6	60.6	323.9	46.5	11.65
240.8	239.3	-19.8	118.2	0.7	61.6	0.961	0.463	133.4	94.8	60.8	323.9	46.4	11.94
240	239.6	-20.0	117.7	0.7	61.6	0.957	0.470	133.3	94.2	60.0	323.9	46.6	10.84
241	239.3	-19.8	118.3	0.7	61.6	0.962	0.462	133.4	94.9	61.0	323.8	46.4	12.26
242	238.9	-19.6	118.9	0.8	61.7	0.968	0.454	133.5	95.7	62.0	323.8	46.3	14.12
243	238.5	-19.4	119.6	0.9	61.7	0.973	0.446	133.5	96.4	63.0	323.7	46.1	16.71
244	238.2	-19.2	120.2	0.9	61.7	0.979	0.438	133.6	97.2	64.0	323.7	45.9	20.52
245	237.8	-19.0	120.8	1.0	61.8	0.984	0.430	133.7	97.9	65.0	323.7	45.7	26.69

Year	N
2007	7
2008	5
2009	10
2010	4
2011	11
2012	5
2013	17
2014	14
2015	3
2016	5
2017	2
2018	8
Total	91



#0488NSU November sigma Ursae Majorids α=148.3, δ=59.2, λs=241.6

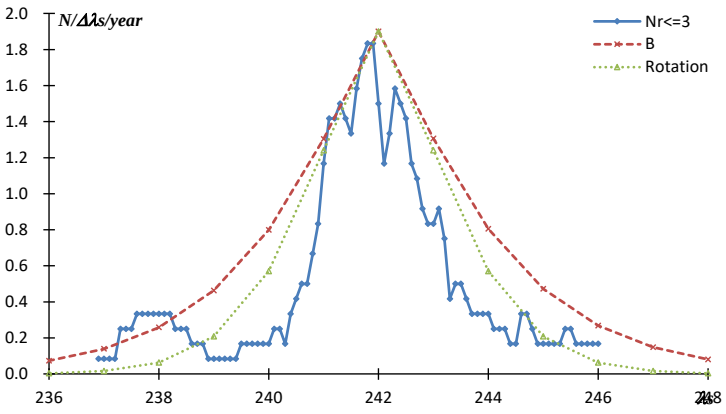




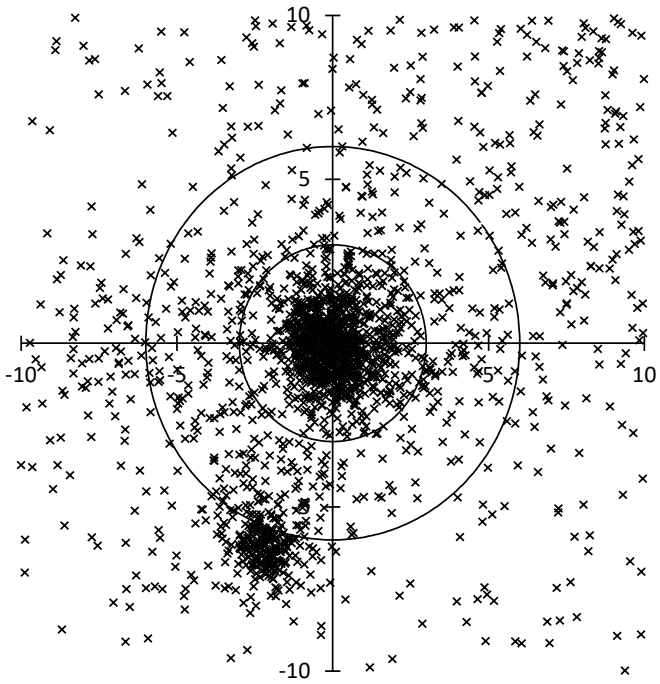
Code	λs	λ-λs	β
NSU00	241.6	244.9	42.9
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	242.5	17	
DR3	242.5	6.9	
DR10	241.5	6.7	
DR15	242.5	5.9	

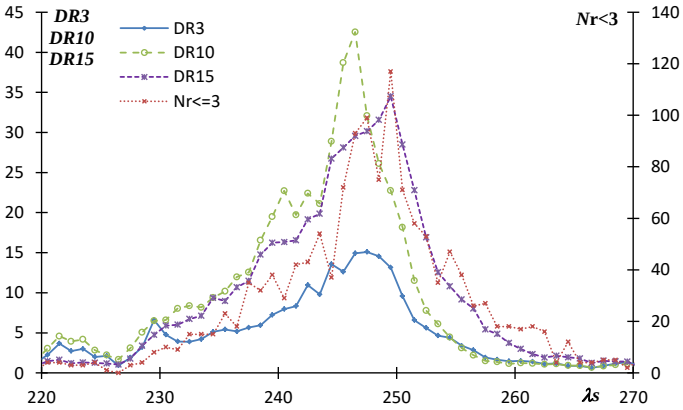
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
235	244.5	43.9	139.8	62.3	50.8	0.748	0.788	94.8	238.3	235.0	47.4	-57.9	3.13
236	244.6	43.7	141.2	61.9	51.3	0.771	0.791	95.4	237.2	236.0	47.7	-56.8	3.46
237	244.6	43.6	142.5	61.4	51.9	0.794	0.794	96.1	236.2	237.0	48.0	-55.7	3.86
238	244.7	43.4	143.8	60.9	52.4	0.818	0.797	96.7	235.2	238.0	48.5	-54.6	4.39
239	244.8	43.3	145.1	60.4	52.9	0.843	0.800	97.4	234.2	239.0	48.9	-53.5	5.08
240	244.9	43.2	146.4	60.0	53.4	0.868	0.803	98.0	233.3	240.0	49.4	-52.5	6.07
241	244.9	43.0	147.6	59.5	54.0	0.893	0.806	98.6	232.4	241.0	50.0	-51.6	7.55
242	245.0	42.9	148.9	59.0	54.5	0.919	0.808	99.2	231.5	242.0	50.6	-50.6	10.03
243	245.1	42.7	150.1	58.5	55.0	0.946	0.811	99.8	230.7	243.0	51.2	-49.7	15.07
244	245.1	42.6	151.3	58.0	55.5	0.974	0.813	100.4	229.9	244.0	51.8	-48.8	30.72
245	245.2	42.4	152.4	57.5	56.1	1.001	0.816	101.0	229.2	245.0	52.5	-48.0	-573.58
246	245.3	42.3	153.6	57.0	56.6	1.030	0.818	101.6	228.4	246.0	53.2	-47.1	-27.37
247	245.4	42.2	154.7	56.5	57.1	1.059	0.820	102.2	227.7	247.0	53.9	-46.3	-13.92
248	245.4	42.0	155.9	56.0	57.6	1.089	0.822	102.8	227.1	248.0	54.6	-45.5	-9.29
249	245.5	41.9	157.0	55.4	58.2	1.119	0.824	103.4	226.4	249.0	55.4	-44.8	-6.95
250	245.6	41.7	158.1	54.9	58.7	1.149	0.826	103.9	225.8	250.0	56.1	-44.1	-5.53

Year	N
2007	5
2008	2
2009	8
2010	5
2011	8
2012	5
2013	5
2014	1
2015	3
2016	2
2017	6
2018	8
Total	58



#0250NOO November Orionids α=90.6, δ=15.7, λs=245

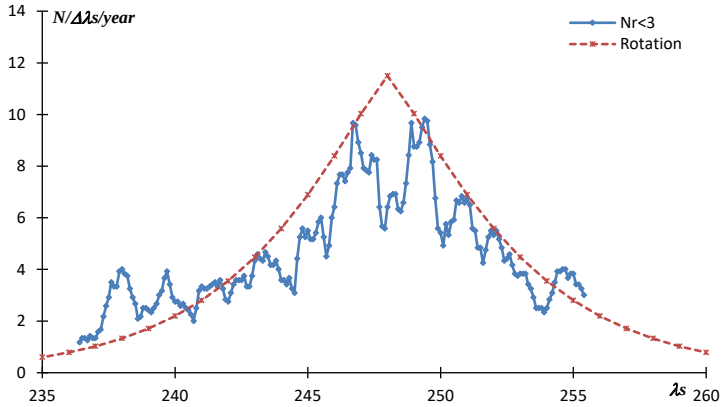




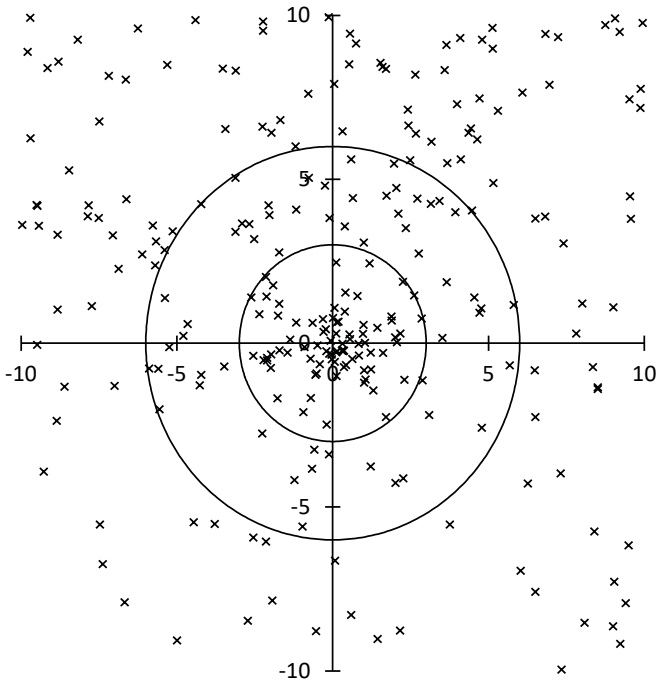
Code	λs	λ-λs	β
NOO07	246.1	203.7	-8.1
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	249.5	117	
DR3	247.5	15.1	
DR10	246.5	42.5	
DR15	249.5	34.5	

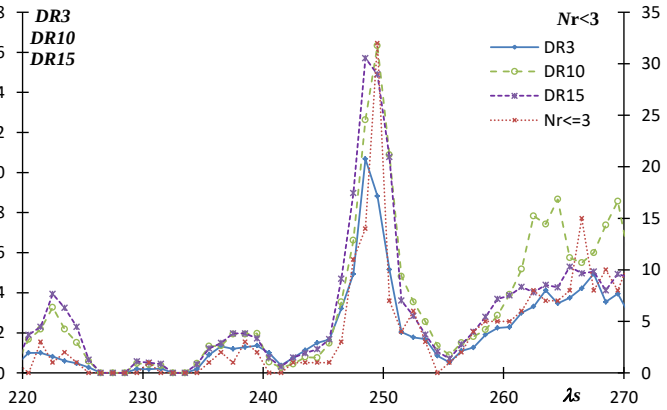
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λΠ	βΠ	a
230	208.6	-7.0	78.3	16.0	45.1	0.993	0.058	32.4	152.8	50.0	206.5	14.2	8.01
235	207.2	-7.3	81.9	15.9	44.3	0.992	0.073	29.2	149.2	55.0	207.6	14.5	8.77
238	206.3	-7.5	84.1	15.9	43.9	0.991	0.083	27.7	147.1	58.0	208.2	14.6	9.29
239	206.0	-7.5	84.9	15.8	43.7	0.991	0.087	27.2	146.4	59.0	208.4	14.7	9.48
240	205.7	-7.6	85.6	15.8	43.6	0.991	0.090	26.7	145.6	60.0	208.6	14.7	9.68
241	205.4	-7.7	86.3	15.7	43.4	0.990	0.094	26.3	144.9	61.0	208.8	14.8	9.88
242	205.1	-7.7	87.1	15.7	43.2	0.990	0.098	25.9	144.2	62.0	209.0	14.8	10.09
243	204.8	-7.8	87.8	15.7	43.1	0.990	0.101	25.5	143.5	63.0	209.2	14.8	10.31
244	204.6	-7.8	88.5	15.6	42.9	0.990	0.105	25.1	142.7	64.0	209.4	14.9	10.54
245	204.3	-7.9	89.2	15.5	42.8	0.990	0.109	24.7	142.0	65.0	209.6	14.9	10.78
246	204.0	-8.0	90.0	15.5	42.6	0.990	0.113	24.3	141.3	66.0	209.8	14.9	11.02
247	203.7	-8.0	90.7	15.4	42.5	0.990	0.117	24.0	140.5	67.0	210.0	15.0	11.28
248	203.4	-8.1	91.4	15.4	42.3	0.990	0.121	23.6	139.8	68.0	210.3	15.0	11.55
249	203.1	-8.1	92.1	15.3	42.2	0.989	0.125	23.3	139.1	69.0	210.5	15.0	11.83
250	202.8	-8.2	92.9	15.2	42.0	0.989	0.129	23.0	138.3	70.0	210.7	15.1	12.13
251	202.5	-8.2	93.6	15.1	41.9	0.989	0.133	22.7	137.6	71.0	210.9	15.1	12.43
252	202.2	-8.3	94.3	15.1	41.7	0.989	0.138	22.4	136.9	72.0	211.1	15.1	12.75
253	201.9	-8.4	95.0	15.0	41.5	0.989	0.142	22.1	136.2	73.0	211.3	15.1	13.09
254	201.6	-8.4	95.8	14.9	41.4	0.989	0.146	21.8	135.4	74.0	211.6	15.1	13.44
255	201.3	-8.5	96.5	14.8	41.2	0.989	0.151	21.6	134.7	75.0	211.8	15.1	13.80
260	199.9	-8.8	100.1	14.3	40.5	0.989	0.173	20.3	131.1	80.0	212.9	15.2	15.93

Year	N
2007	52
2008	117
2009	88
2010	128
2011	68
2012	74
2013	122
2014	81
2015	102
2016	84
2017	105
2018	68
Total	1089



#0340TPY_0　　theta Pyxidids　　α=139.0, δ=-25.5, λs=249.4　　注釈を読む

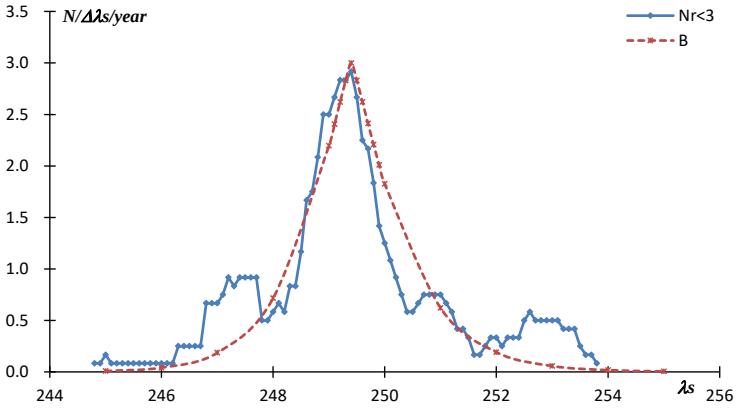




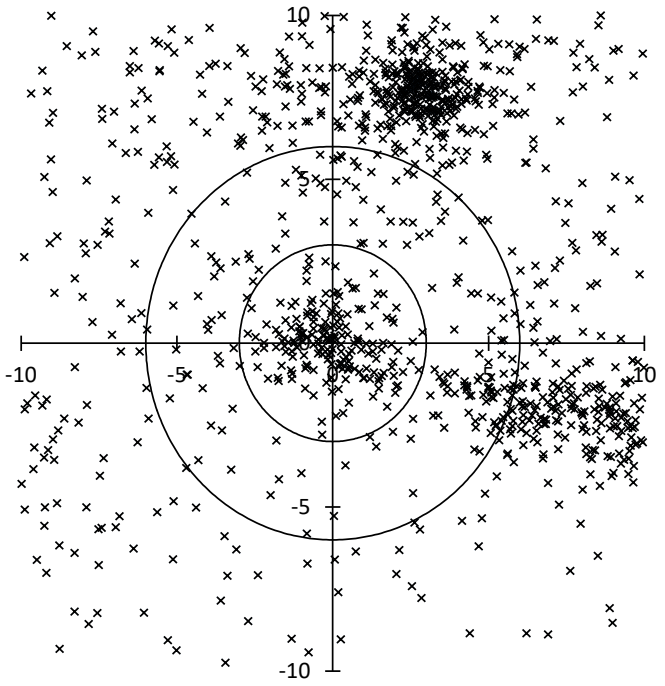
Code	λs	λ-λs	β
TPY00	249.4	262.0	-39.1
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	249.5	32	
DR3	248.5	10.7	
DR10	249.5	16.3	
DR15	248.5	15.7	

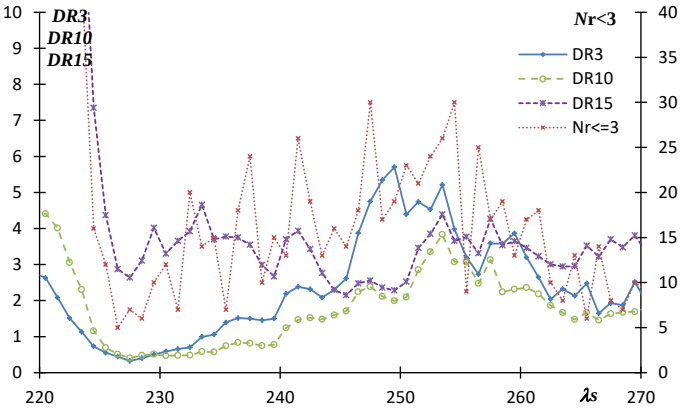
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
245	262.6	-40.7	135.3	-25.9	57.9	0.827	0.963	109.5	18.8	65.0	58.5	17.7	5.56
246	262.4	-40.4	136.1	-25.8	58.3	0.846	0.962	110.1	19.1	66.0	59.2	17.9	6.26
247	262.2	-40.1	136.9	-25.8	58.7	0.866	0.960	110.8	19.4	67.0	59.9	18.1	7.18
248	262.0	-39.7	137.6	-25.7	59.1	0.886	0.959	111.4	19.7	68.0	60.5	18.3	8.43
249	261.8	-39.4	138.4	-25.6	59.5	0.907	0.958	112.0	20.0	69.0	61.2	18.5	10.25
249.1	261.8	-39.4	138.5	-25.6	59.6	0.909	0.958	112.1	20.0	69.1	61.3	18.5	10.47
249.2	261.8	-39.4	138.6	-25.6	59.6	0.911	0.957	112.2	20.1	69.2	61.4	18.5	10.71
249.3	261.7	-39.3	138.6	-25.6	59.7	0.913	0.957	112.2	20.1	69.3	61.4	18.5	10.96
249.4	261.7	-39.3	138.7	-25.6	59.7	0.915	0.957	112.3	20.1	69.4	61.5	18.6	11.23
249.5	261.7	-39.3	138.8	-25.6	59.7	0.917	0.957	112.4	20.1	69.5	61.6	18.6	11.50
249.6	261.7	-39.2	138.9	-25.6	59.8	0.919	0.957	112.4	20.2	69.6	61.6	18.6	11.79
249.7	261.7	-39.2	139.0	-25.6	59.8	0.921	0.957	112.5	20.2	69.7	61.7	18.6	12.10
249.8	261.7	-39.2	139.0	-25.6	59.9	0.923	0.957	112.6	20.2	69.8	61.8	18.6	12.42
249.9	261.6	-39.1	139.1	-25.6	59.9	0.925	0.957	112.6	20.3	69.9	61.8	18.6	12.76
250	261.6	-39.1	139.2	-25.6	59.9	0.927	0.956	112.7	20.3	70.0	61.9	18.7	13.12
251	261.4	-38.8	140.0	-25.6	60.4	0.948	0.955	113.3	20.6	71.0	62.6	18.8	18.33
252	261.3	-38.5	140.8	-25.5	60.8	0.969	0.954	114.0	20.8	72.0	63.2	19.0	30.74
253	261.1	-38.2	141.6	-25.5	61.2	0.990	0.953	114.6	21.1	73.0	63.9	19.1	98.16
254	260.9	-37.9	142.4	-25.5	61.6	1.012	0.951	115.2	21.4	74.0	64.5	19.2	-80.03
255	260.7	-37.5	143.2	-25.4	62.0	1.034	0.950	115.9	21.6	75.0	65.2	19.4	-28.16

Year	N
2007	12
2008	12
2009	8
2010	9
2011	2
2012	5
2013	11
2014	2
2015	7
2016	6
2017	3
2018	5
Total	82



#0257ORS Southern chi Orionids α=78.7, δ=15.7, λs=260

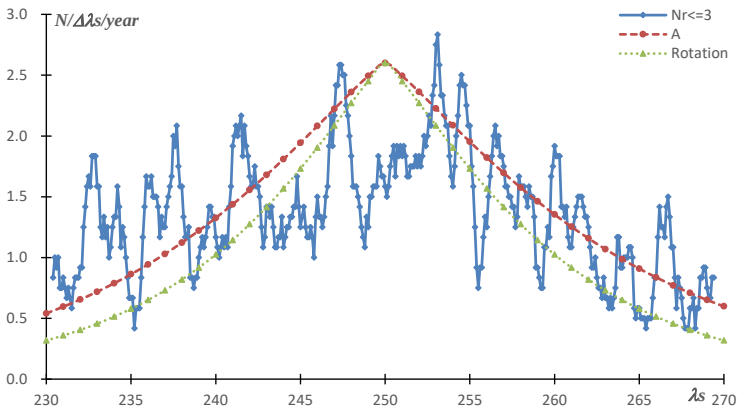




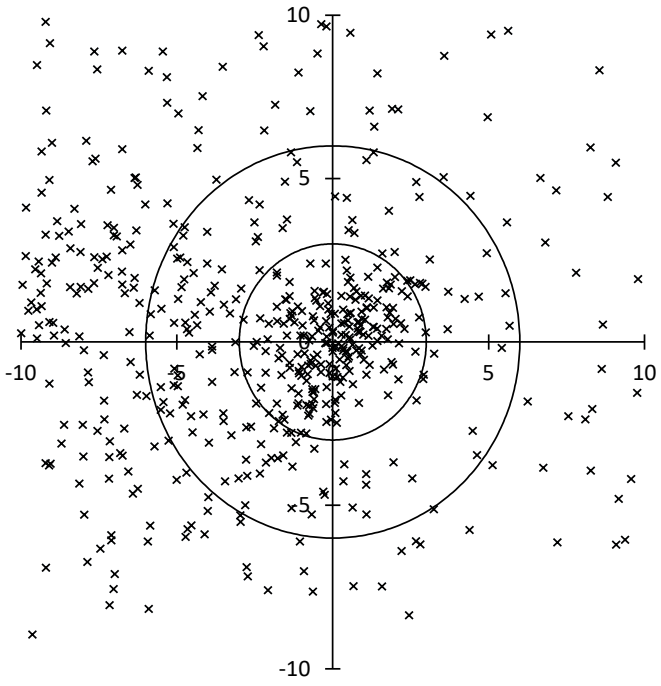
Code	λs	λ-λs	β
ORS04	247.6	190.3	-5.2
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	247.5	30	
DR3	249.5	5.7	
DR10	251.5	2.9	
DR15	241.5	3.9	

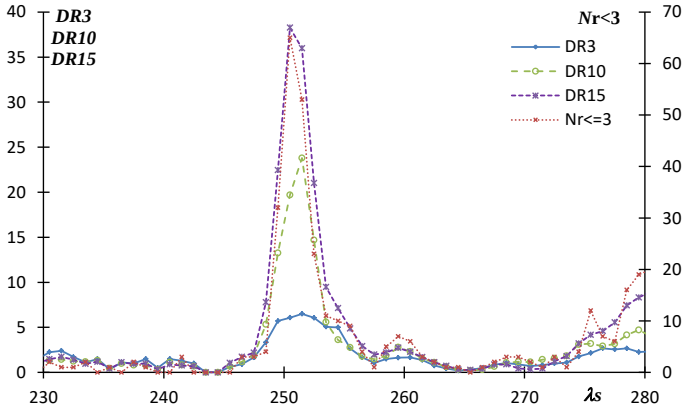
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
230	193.8	-4.7	62.7	16.3	28.5	0.828	0.332	5.7	117.9	50.0	168.0	5.0	1.93
235	192.7	-4.7	66.8	16.9	28.0	0.821	0.351	5.5	115.5	55.0	170.6	5.0	1.96
240	191.6	-4.8	70.8	17.4	27.5	0.814	0.371	5.3	113.0	60.0	173.1	4.9	2.00
245	190.5	-4.9	74.8	17.8	27.0	0.807	0.391	5.2	110.5	65.0	175.6	4.9	2.03
246	190.3	-4.9	75.7	17.9	26.9	0.806	0.395	5.2	110.1	66.0	176.1	4.8	2.04
247	190.1	-4.9	76.5	17.9	26.8	0.805	0.399	5.1	109.6	67.0	176.6	4.8	2.05
248	189.9	-4.9	77.3	18.0	26.7	0.803	0.403	5.1	109.1	68.0	177.1	4.8	2.05
249	189.6	-4.9	78.1	18.0	26.6	0.802	0.407	5.1	108.6	69.0	177.7	4.8	2.06
250	189.4	-4.9	78.9	18.1	26.5	0.801	0.411	5.0	108.1	70.0	178.2	4.8	2.06
251	189.2	-5.0	79.7	18.1	26.4	0.800	0.415	5.0	107.6	71.0	178.7	4.8	2.07
252	189.0	-5.0	80.5	18.2	26.3	0.798	0.419	5.0	107.1	72.0	179.2	4.8	2.08
253	188.8	-5.0	81.4	18.2	26.2	0.797	0.423	5.0	106.7	73.0	179.7	4.8	2.08
254	188.5	-5.0	82.2	18.2	26.1	0.796	0.427	4.9	106.2	74.0	180.2	4.7	2.09
255	188.3	-5.0	83.0	18.3	26.0	0.794	0.431	4.9	105.7	75.0	180.7	4.7	2.10
256	188.1	-5.0	83.8	18.3	25.9	0.793	0.435	4.9	105.2	76.0	181.3	4.7	2.10
257	187.9	-5.0	84.6	18.3	25.8	0.792	0.439	4.9	104.7	77.0	181.8	4.7	2.11
258	187.7	-5.0	85.4	18.3	25.7	0.791	0.443	4.8	104.2	78.0	182.3	4.7	2.11
259	187.4	-5.1	86.3	18.3	25.6	0.789	0.447	4.8	103.8	79.0	182.8	4.7	2.12
260	187.2	-5.1	87.1	18.3	25.5	0.788	0.451	4.8	103.3	80.0	183.3	4.6	2.13
265	186.1	-5.1	91.2	18.3	25.0	0.782	0.471	4.6	100.9	85.0	185.9	4.6	2.15
270	185.0	-5.2	95.3	18.2	24.5	0.775	0.490	4.5	98.6	90.0	188.6	4.5	2.18

Year	N
2007	8
2008	24
2009	15
2010	26
2011	11
2012	9
2013	29
2014	9
2015	13
2016	14
2017	18
2018	15
Total	191



#0336DKD December kappa Draconids α=186.0, δ=70.1, λs=250.2

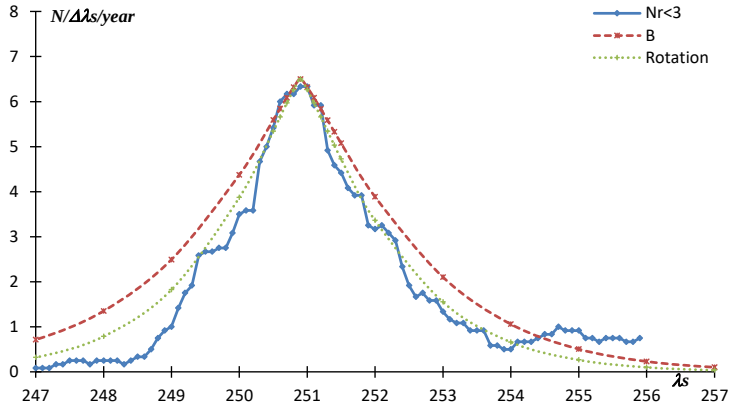




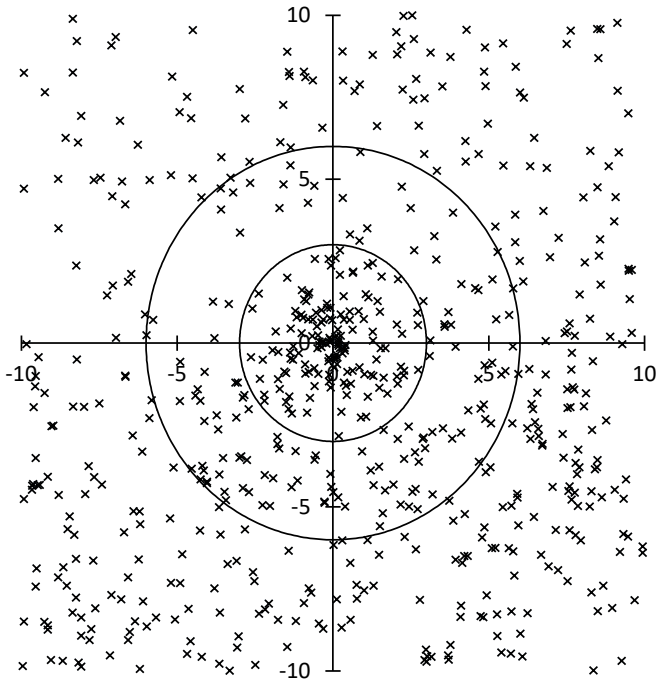
Code	λs	λ-λs	β
DKD05	251.7	243.2	61.6
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	250.5	65	
DR3	251.5	6.5	
DR10	251.5	23.8	
DR15	250.5	38.3	

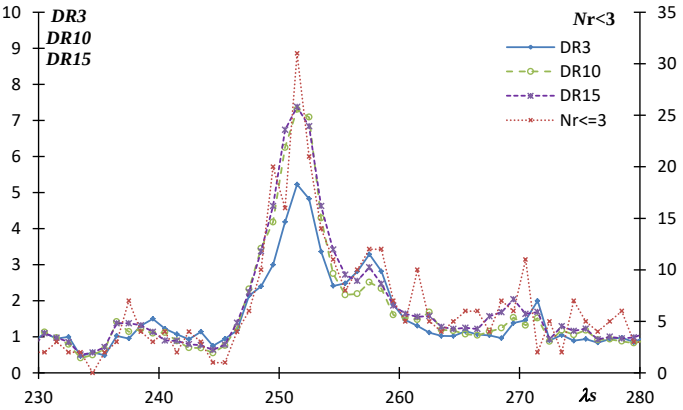
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
247	240.7	60.9	179.1	72.7	43.4	0.888	0.917	72.7	211.8	247.0	77.5	-30.2	8.20
248	241.2	61.1	181.0	72.2	43.4	0.888	0.920	72.7	211.1	248.0	78.2	-29.5	8.22
249	241.8	61.3	182.8	71.7	43.4	0.888	0.922	72.7	210.4	249.0	78.9	-28.9	8.24
250	242.3	61.5	184.5	71.2	43.4	0.888	0.925	72.7	209.6	250.0	79.6	-28.2	8.27
250.5	242.6	61.6	185.4	70.9	43.4	0.888	0.927	72.7	209.3	250.5	80.0	-27.8	8.28
250.6	242.7	61.6	185.6	70.9	43.4	0.888	0.927	72.7	209.2	250.6	80.0	-27.8	8.28
250.7	242.7	61.6	185.7	70.8	43.4	0.888	0.927	72.7	209.1	250.7	80.1	-27.7	8.29
250.8	242.8	61.6	185.9	70.8	43.4	0.888	0.927	72.7	209.1	250.8	80.2	-27.6	8.29
250.9	242.8	61.6	186.1	70.7	43.4	0.888	0.928	72.7	209.0	250.9	80.2	-27.6	8.29
251	242.9	61.6	186.2	70.7	43.4	0.888	0.928	72.7	208.9	251.0	80.3	-27.5	8.29
251.1	242.9	61.7	186.4	70.6	43.4	0.888	0.928	72.7	208.8	251.1	80.4	-27.4	8.30
251.2	243.0	61.7	186.6	70.6	43.4	0.888	0.929	72.7	208.8	251.2	80.5	-27.4	8.30
251.3	243.0	61.7	186.7	70.5	43.4	0.888	0.929	72.7	208.7	251.3	80.5	-27.3	8.30
251.4	243.1	61.7	186.9	70.5	43.4	0.888	0.929	72.7	208.6	251.4	80.6	-27.2	8.31
251.5	243.2	61.7	187.0	70.4	43.4	0.888	0.929	72.7	208.5	251.5	80.7	-27.1	8.31
252	243.4	61.8	187.9	70.1	43.4	0.888	0.931	72.7	208.2	252.0	81.0	-26.8	8.33
253	244.0	62.0	189.4	69.6	43.4	0.888	0.933	72.7	207.5	253.0	81.8	-26.1	8.36
254	244.6	62.1	191.0	69.1	43.4	0.889	0.936	72.7	206.7	254.0	82.5	-25.4	8.40
255	245.1	62.3	192.5	68.6	43.4	0.889	0.938	72.7	206.0	255.0	83.2	-24.7	8.45
256	245.7	62.5	193.9	68.0	43.4	0.889	0.941	72.8	205.3	256.0	84.0	-24.1	8.50
257	246.3	62.6	195.3	67.5	43.4	0.890	0.943	72.8	204.5	257.0	84.7	-23.4	8.55

Year	N
2007	17
2008	34
2009	15
2010	18
2011	12
2012	16
2013	21
2014	13
2015	20
2016	24
2017	18
2018	6
Total	214



#0339PSU psi Ursae Majorids α=167.8, δ=44.5, λs=252.9

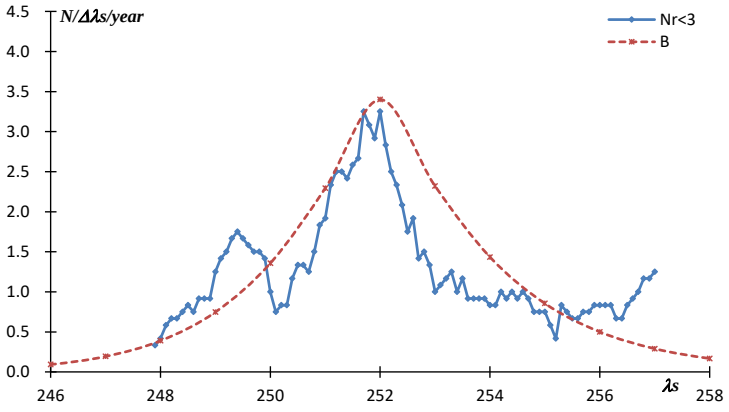




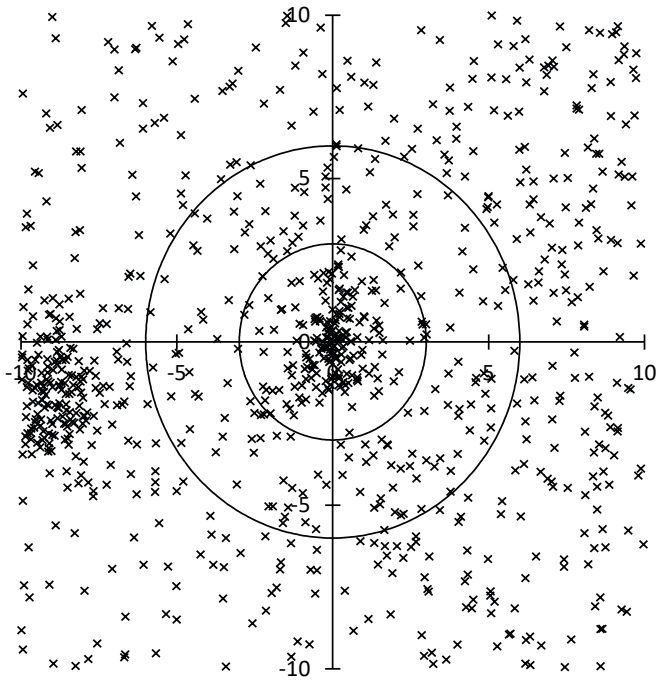
Code	λs	λ-λs	β
PSU02	252.6	258.4	34.9
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	251.5	31	
DR3	251.5	5.2	
DR10	251.5	7.3	
DR15	251.5	7.4	

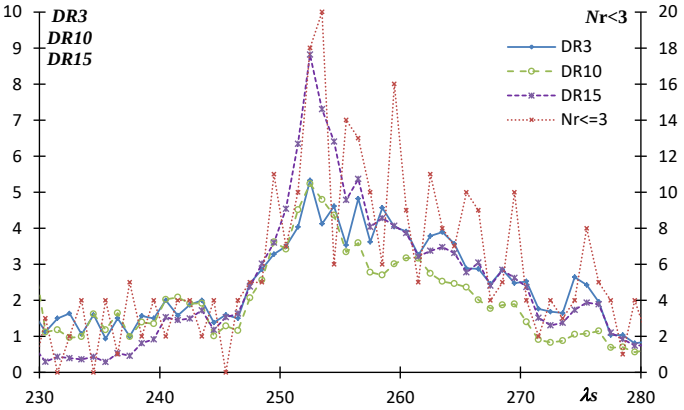
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
245	256.7	36.5	160.7	48.1	59.5	0.850	0.903	114.8	215.4	245.0	48.4	-31.7	6.01
246	256.9	36.4	161.9	47.5	59.7	0.855	0.905	115.2	214.7	246.0	49.6	-31.1	6.23
247	257.1	36.2	163.1	46.9	59.9	0.860	0.908	115.5	214.1	247.0	50.7	-30.4	6.47
248	257.4	36.1	164.3	46.3	60.1	0.865	0.910	115.9	213.5	248.0	51.9	-29.8	6.73
249	257.6	35.9	165.4	45.7	60.3	0.870	0.912	116.3	212.9	249.0	53.0	-29.2	7.01
250	257.8	35.8	166.6	45.1	60.4	0.875	0.915	116.6	212.3	250.0	54.2	-28.5	7.32
251	258.0	35.6	167.7	44.5	60.6	0.881	0.917	117.0	211.7	251.0	55.4	-27.9	7.67
252	258.3	35.5	168.8	43.9	60.8	0.886	0.919	117.4	211.1	252.0	56.5	-27.3	8.06
253	258.5	35.3	169.9	43.3	61.0	0.892	0.921	117.7	210.4	253.0	57.7	-26.7	8.50
254	258.7	35.2	171.0	42.7	61.2	0.897	0.924	118.1	209.8	254.0	58.9	-26.0	9.00
255	258.9	35.0	172.1	42.1	61.4	0.903	0.926	118.5	209.2	255.0	60.1	-25.4	9.57
256	259.1	34.9	173.2	41.5	61.6	0.909	0.928	118.8	208.6	256.0	61.3	-24.8	10.22
257	259.4	34.7	174.3	40.8	61.8	0.915	0.930	119.2	208.0	257.0	62.5	-24.2	10.98
258	259.6	34.6	175.3	40.2	62.0	0.922	0.932	119.5	207.4	258.0	63.7	-23.6	11.88
259	259.8	34.4	176.4	39.6	62.2	0.928	0.934	119.9	206.8	259.0	64.9	-23.0	12.96
260	260.0	34.3	177.4	39.0	62.4	0.934	0.936	120.3	206.2	260.0	66.1	-22.4	14.27

Year	N
2007	14
2008	22
2009	16
2010	18
2011	7
2012	8
2013	23
2014	5
2015	5
2016	17
2017	13
2018	2
Total	150



#0502DRV December rho Virginids α=185.1, δ=12.9, λs=252.5

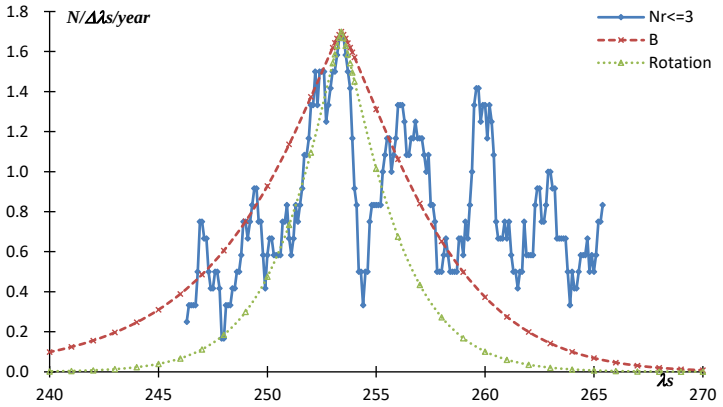




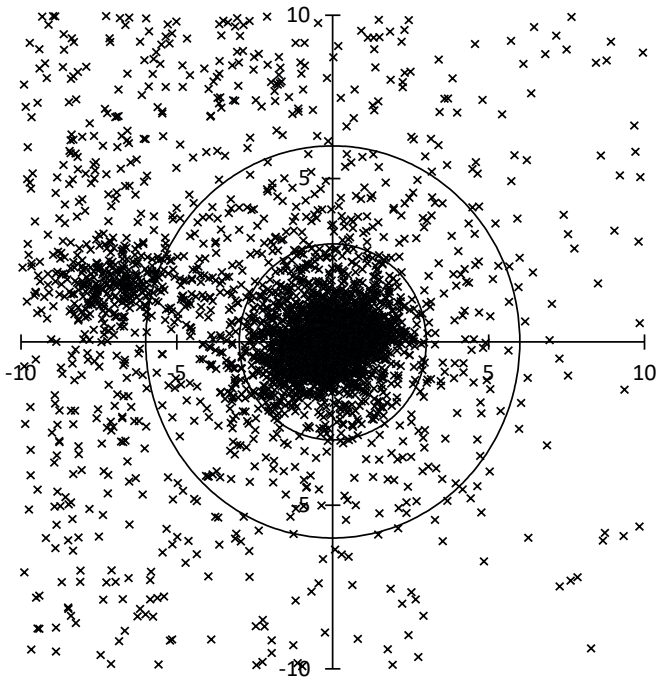
Code	λs	λ-λs	β
DRV02	256	285.6	14.9
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	253.5	20	
DR3	252.5	5.3	
DR10	252.5	5.2	
DR15	252.5	8.8	

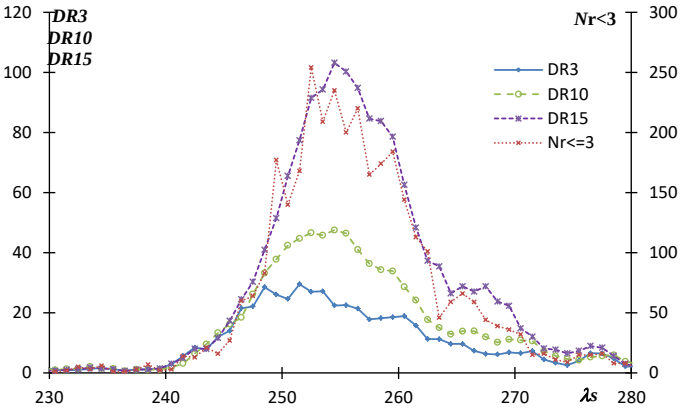
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
245	287.4	11.8	177.8	13.9	68.6	0.953	0.759	157.5	121.8	245.0	121.1	19.0	15.99
248	287.1	12.6	180.6	13.5	68.5	0.944	0.767	156.1	122.8	248.0	122.8	19.9	13.64
249	287.0	12.9	181.5	13.4	68.4	0.941	0.770	155.6	123.2	249.0	123.3	20.2	13.04
250	286.8	13.1	182.4	13.3	68.4	0.938	0.772	155.2	123.5	250.0	123.8	20.5	12.52
251	286.7	13.4	183.3	13.2	68.3	0.936	0.775	154.7	123.9	251.0	124.4	20.8	12.05
252	286.6	13.6	184.2	13.0	68.3	0.933	0.778	154.3	124.3	252.0	124.9	21.0	11.64
253	286.5	13.9	185.2	12.9	68.2	0.931	0.781	153.8	124.7	253.0	125.4	21.3	11.26
254	286.4	14.1	186.1	12.8	68.2	0.928	0.783	153.3	125.1	254.0	125.9	21.5	10.93
255	286.3	14.4	187.0	12.7	68.1	0.926	0.786	152.9	125.4	255.0	126.4	21.8	10.63
256	286.2	14.7	187.9	12.6	68.1	0.924	0.789	152.4	125.8	256.0	126.8	22.0	10.36
257	286.0	14.9	188.8	12.5	68.0	0.922	0.792	152.0	126.2	257.0	127.3	22.3	10.11
258	285.9	15.2	189.7	12.4	67.9	0.920	0.795	151.5	126.6	258.0	127.8	22.5	9.89
259	285.8	15.4	190.6	12.2	67.9	0.918	0.797	151.1	127.1	259.0	128.2	22.7	9.69
260	285.7	15.7	191.5	12.1	67.8	0.916	0.800	150.6	127.5	260.0	128.7	22.9	9.51
261	285.6	16.0	192.4	12.0	67.8	0.914	0.803	150.2	127.9	261.0	129.1	23.1	9.35
262	285.5	16.2	193.3	11.9	67.7	0.912	0.806	149.8	128.3	262.0	129.5	23.3	9.20
263	285.3	16.5	194.2	11.8	67.7	0.911	0.809	149.3	128.8	263.0	130.0	23.4	9.07
264	285.2	16.7	195.1	11.7	67.6	0.909	0.812	148.9	129.2	264.0	130.4	23.6	8.95
265	285.1	17.0	196.0	11.6	67.6	0.908	0.815	148.4	129.6	265.0	130.8	23.8	8.84
270	284.5	18.3	200.5	11.1	67.3	0.902	0.829	146.3	131.9	270.0	132.8	24.4	8.47
275	283.9	19.6	204.9	10.7	67.0	0.899	0.843	144.1	134.3	275.0	134.7	24.8	8.32

Year	N
2007	15
2008	20
2009	11
2010	22
2011	11
2012	18
2013	22
2014	7
2015	17
2016	17
2017	21
2018	14
Total	195



#0016HYD sigma Hydrids α=131.9, δ=0.2, λs=265.5

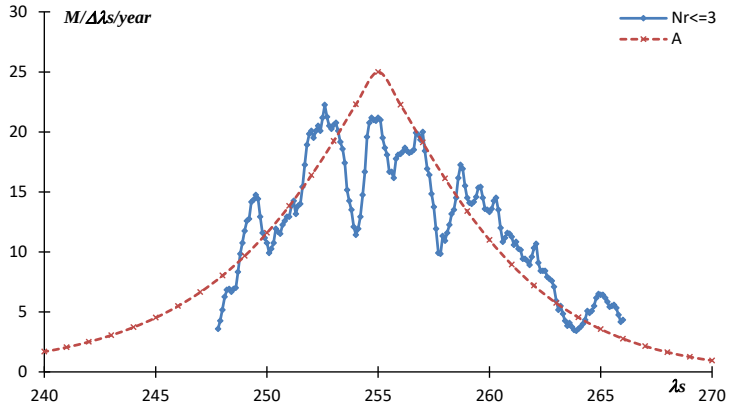




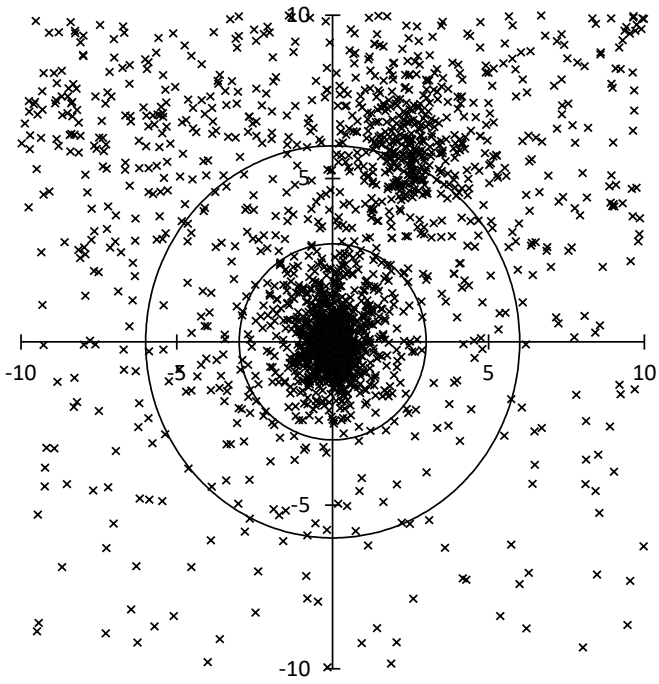
Code	λs	λ-λs	β
HYD04	257.5	230.9	-16.8
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	252.5	254	
DR3	251.5	29.6	
DR10	254.5	47.6	
DR15	254.5	103.2	

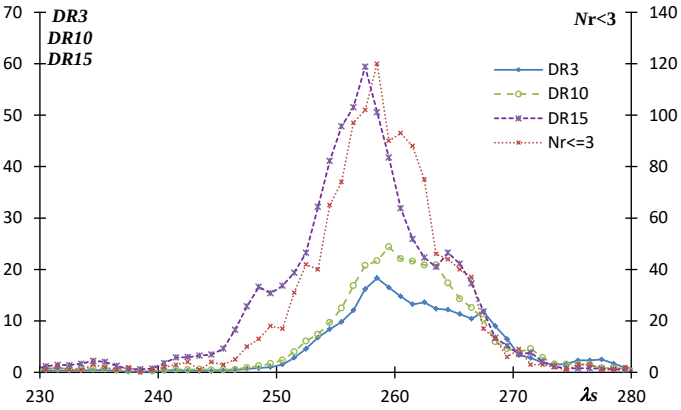
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
240	232.6	-16.4	111.7	5.4	59.9	0.991	0.290	132.5	114.8	60.0	295.7	42.0	33.38
245	232.0	-16.4	115.9	4.7	59.5	0.988	0.277	131.5	116.5	65.0	298.0	42.1	24.02
249	231.6	-16.4	119.3	4.0	59.2	0.986	0.268	130.6	117.8	69.0	299.9	42.2	19.73
250	231.5	-16.4	120.1	3.8	59.2	0.986	0.265	130.4	118.2	70.0	300.4	42.2	18.91
251	231.3	-16.4	120.9	3.6	59.1	0.986	0.263	130.1	118.5	71.0	300.9	42.2	18.15
252	231.2	-16.4	121.8	3.5	59.0	0.985	0.261	129.9	118.8	72.0	301.4	42.2	17.46
253	231.1	-16.4	122.6	3.3	59.0	0.985	0.258	129.7	119.2	73.0	301.8	42.2	16.83
254	231.0	-16.4	123.4	3.1	58.9	0.984	0.256	129.4	119.5	74.0	302.3	42.2	16.24
255	230.9	-16.4	124.3	2.9	58.8	0.984	0.254	129.2	119.8	75.0	302.8	42.2	15.70
256	230.8	-16.4	125.1	2.7	58.7	0.983	0.251	129.0	120.1	76.0	303.3	42.2	15.20
257	230.7	-16.4	125.9	2.5	58.7	0.983	0.249	128.7	120.5	77.0	303.8	42.3	14.73
258	230.6	-16.4	126.8	2.2	58.6	0.983	0.247	128.5	120.8	78.0	304.3	42.3	14.30
259	230.4	-16.4	127.6	2.0	58.5	0.982	0.245	128.3	121.1	79.0	304.8	42.3	13.89
260	230.3	-16.4	128.4	1.8	58.4	0.982	0.243	128.0	121.4	80.0	305.3	42.3	13.51
261	230.2	-16.4	129.2	1.6	58.4	0.982	0.240	127.8	121.7	81.0	305.8	42.3	13.15
262	230.1	-16.4	130.0	1.4	58.3	0.981	0.238	127.5	122.0	82.0	306.3	42.2	12.82
263	230.0	-16.4	130.9	1.1	58.2	0.981	0.236	127.3	122.3	83.0	306.8	42.2	12.50
264	229.9	-16.4	131.7	0.9	58.2	0.981	0.234	127.0	122.6	84.0	307.3	42.2	12.20
265	229.8	-16.4	132.5	0.7	58.1	0.981	0.232	126.8	122.9	85.0	307.8	42.2	11.92
270	229.2	-16.4	136.6	-0.6	57.7	0.979	0.222	125.5	124.4	90.0	310.3	42.2	10.73
275	228.7	-16.4	140.6	-1.9	57.4	0.978	0.212	124.2	125.8	95.0	312.9	42.1	9.80

Year	N
2007	233
2008	309
2009	252
2010	260
2011	187
2012	306
2013	352
2014	149
2015	194
2016	218
2017	247
2018	137
Total	2844



#0019MON December Monocerotids α=101.8, δ=8.1, λs=260.9

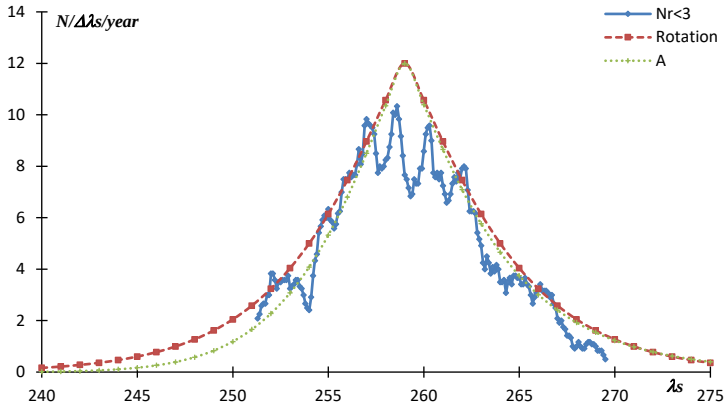




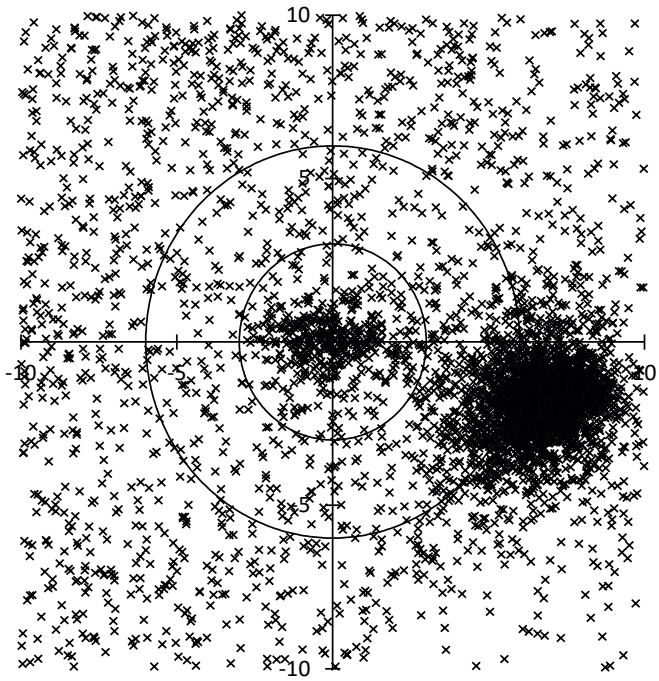
Code	λs	λ-λs	β
MON05	261	202.2	-15.0
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	258.5	120	
DR3	258.5	18.3	
DR10	259.5	24.4	
DR15	257.5	59.4	

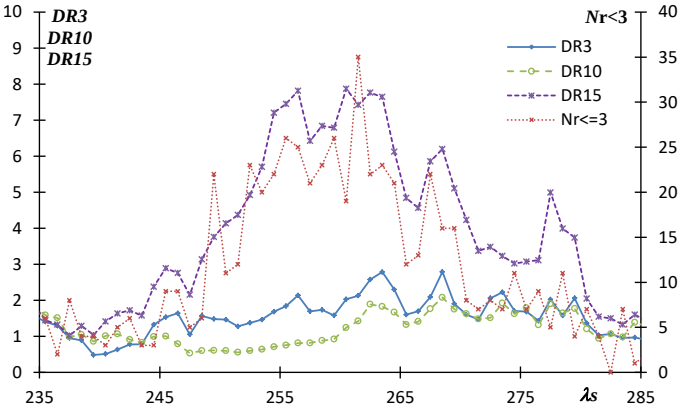
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
235	209.6	-12.6	84.6	10.8	45.6	0.989	0.092	50.5	145.5	55.0	211.4	25.9	8.71
240	208.1	-13.1	88.1	10.4	44.6	0.988	0.108	46.1	142.3	60.0	211.8	26.1	8.83
245	206.5	-13.5	91.5	9.9	43.7	0.986	0.127	42.4	139.0	65.0	212.3	26.2	8.97
250	205.0	-14.0	94.9	9.4	42.7	0.984	0.148	39.2	135.6	70.0	212.8	26.3	9.12
251	204.7	-14.1	95.6	9.2	42.6	0.983	0.152	38.6	134.9	71.0	212.9	26.3	9.14
252	204.4	-14.2	96.3	9.1	42.4	0.983	0.157	38.1	134.2	72.0	213.0	26.3	9.17
253	204.1	-14.3	97.0	9.0	42.2	0.982	0.161	37.5	133.5	73.0	213.1	26.2	9.20
254	203.8	-14.4	97.6	8.9	42.0	0.982	0.166	37.0	132.8	74.0	213.2	26.2	9.23
255	203.5	-14.5	98.3	8.7	41.8	0.982	0.170	36.5	132.1	75.0	213.3	26.2	9.26
256	203.2	-14.6	99.0	8.6	41.6	0.981	0.175	36.0	131.4	76.0	213.4	26.2	9.28
257	202.9	-14.6	99.7	8.5	41.4	0.981	0.179	35.5	130.7	77.0	213.6	26.2	9.31
258	202.6	-14.7	100.3	8.3	41.2	0.980	0.184	35.1	130.0	78.0	213.7	26.1	9.34
259	202.3	-14.8	101.0	8.2	41.0	0.980	0.189	34.6	129.3	79.0	213.8	26.1	9.36
260	202.0	-14.9	101.7	8.0	40.9	0.979	0.194	34.2	128.6	80.0	213.9	26.0	9.39
261	201.6	-15.0	102.3	7.9	40.7	0.979	0.199	33.7	127.9	81.0	214.1	26.0	9.41
262	201.3	-15.1	103.0	7.8	40.5	0.978	0.203	33.3	127.2	82.0	214.2	26.0	9.43
263	201.0	-15.2	103.7	7.6	40.3	0.978	0.208	32.9	126.5	83.0	214.4	25.9	9.45
264	200.7	-15.3	104.3	7.4	40.1	0.977	0.213	32.5	125.8	84.0	214.5	25.9	9.47
265	200.4	-15.4	105.0	7.3	39.9	0.977	0.218	32.1	125.1	85.0	214.6	25.8	9.49
270	198.9	-15.8	108.3	6.5	39.0	0.974	0.244	30.3	121.5	90.0	215.4	25.5	9.57
275	197.3	-16.2	111.5	5.6	38.0	0.972	0.271	28.7	118.0	95.0	216.3	25.0	9.61

Year	N
2007	58
2008	103
2009	68
2010	98
2011	93
2012	140
2013	133
2014	73
2015	75
2016	87
2017	135
2018	66
Total	1129



#0529EHY eta Hydrids α=132.9, δ=2.3, λs=256.9

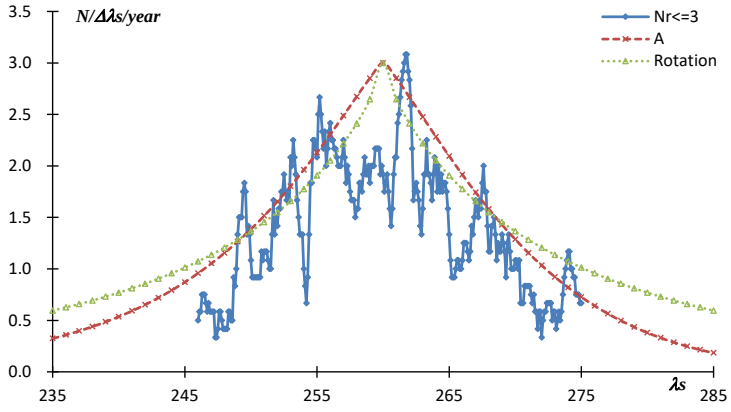




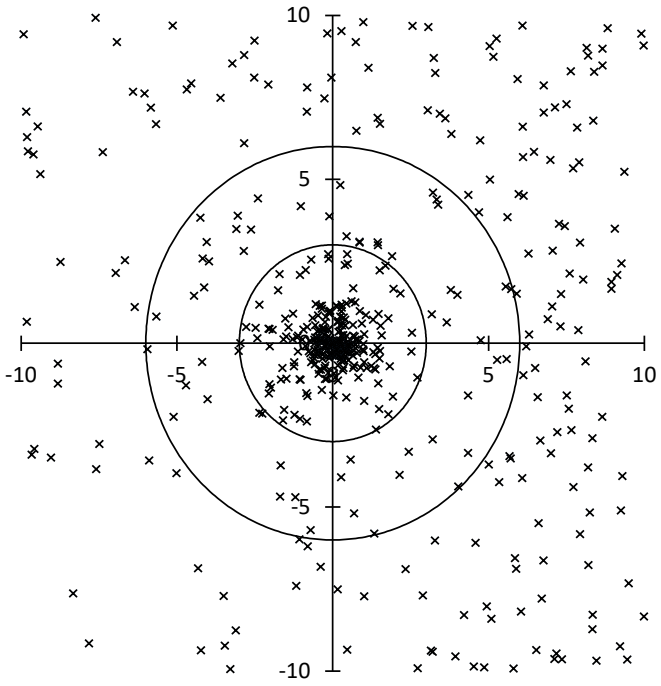
Code	λs	λ-λs	β
EHY03	260.7	237.3	-14.7
Δr=	3		
Δλs=	15		
	λs	max	
Nr<=3	261.5	35	
DR3	268.5	2.8	
DR10	268.5	2.1	
DR15	260.5	7.9	

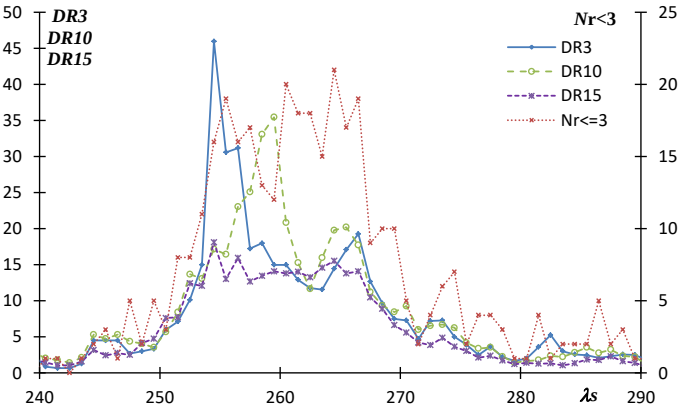
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
240	240.4	-15.7	119.2	4.7	62.6	0.950	0.443	142.6	97.6	60.0	320.4	37.0	8.78
245	239.6	-15.4	123.3	4.1	62.4	0.951	0.421	142.6	100.1	65.0	322.3	36.7	8.65
246	239.5	-15.4	124.1	4.0	62.4	0.952	0.417	142.6	100.6	66.0	322.7	36.7	8.63
247	239.3	-15.3	124.9	3.8	62.3	0.952	0.413	142.6	101.1	67.0	323.1	36.6	8.61
248	239.2	-15.3	125.7	3.7	62.3	0.952	0.408	142.6	101.6	68.0	323.5	36.6	8.60
249	239.0	-15.2	126.5	3.6	62.2	0.953	0.404	142.6	102.1	69.0	323.9	36.5	8.58
255	238.1	-14.8	131.4	2.6	62.0	0.956	0.380	142.5	104.9	75.0	326.4	36.0	8.56
256	238.0	-14.8	132.2	2.5	61.9	0.956	0.376	142.5	105.4	76.0	326.8	36.0	8.56
257	237.8	-14.7	133.0	2.3	61.9	0.957	0.372	142.5	105.9	77.0	327.3	35.9	8.57
258	237.7	-14.6	133.8	2.1	61.9	0.957	0.368	142.5	106.4	78.0	327.7	35.8	8.58
259	237.5	-14.6	134.6	2.0	61.8	0.958	0.364	142.4	106.8	79.0	328.1	35.7	8.59
260	237.4	-14.5	135.4	1.8	61.8	0.958	0.360	142.4	107.3	80.0	328.6	35.6	8.60
261	237.2	-14.4	136.2	1.6	61.7	0.959	0.356	142.4	107.8	81.0	329.0	35.5	8.62
262	237.1	-14.4	137.0	1.4	61.7	0.959	0.352	142.4	108.2	82.0	329.5	35.4	8.64
263	236.9	-14.3	137.9	1.2	61.6	0.960	0.348	142.4	108.7	83.0	329.9	35.3	8.66
264	236.8	-14.2	138.7	1.0	61.6	0.960	0.344	142.4	109.1	84.0	330.4	35.2	8.68
265	236.6	-14.2	139.5	0.8	61.6	0.961	0.340	142.4	109.6	85.0	330.8	35.1	8.71
266	236.5	-14.1	140.3	0.6	61.5	0.962	0.336	142.4	110.0	86.0	331.3	35.0	8.74
270	235.9	-13.9	143.5	-0.2	61.3	0.960	0.315	141.8	112.8	90.0	331.9	34.7	7.95
275	235.1	-13.5	147.5	-1.3	61.1	0.967	0.303	142.2	114.0	95.0	335.6	34.0	9.13
280	234.4	-13.2	151.5	-2.4	60.9	0.970	0.285	142.1	116.2	100.0	338.0	33.4	9.47

Year	N
2007	44
2008	32
2009	38
2010	45
2011	46
2012	61
2013	44
2014	25
2015	35
2016	32
2017	55
2018	40
Total	497



#0335XVI December chi Virginids α=186.8, δ=-7.9, λs=256.7 注釈を読む

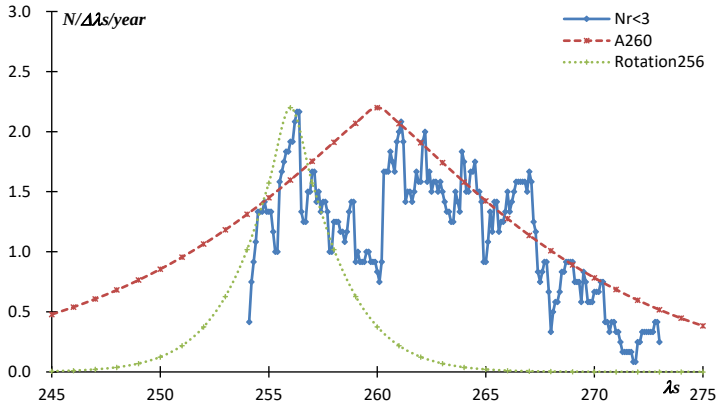




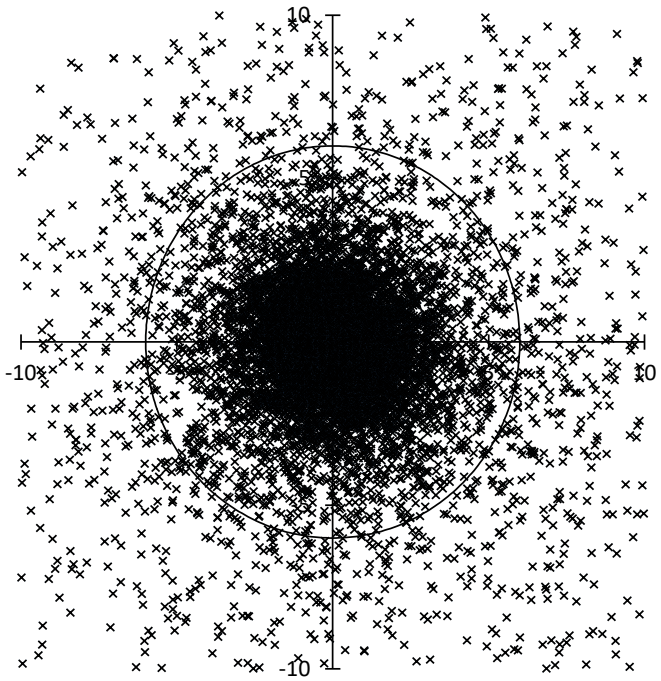
Code	λs	λ-λs	β
XVI02	263.7	291.4	-5.1
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	264.5	21	
DR3	254.5	46.0	
DR10	259.5	35.4	
DR15	254.5	18.1	

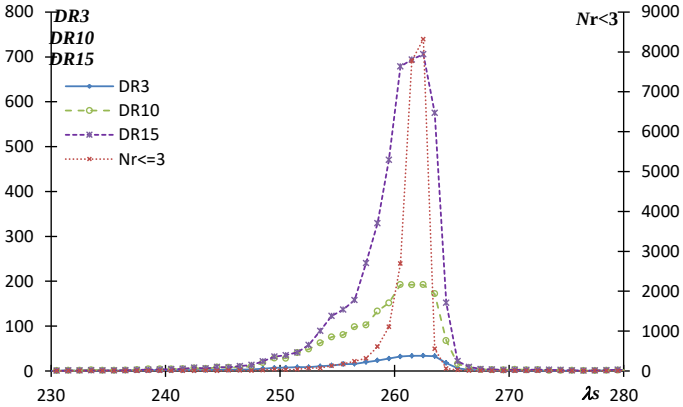
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λΠ	βΠ	a
250	295.0	-4.1	182.9	-5.8	67.9	1.000	0.547	171.1	276.3	70.0	153.7	-8.8	-3311.20
252	294.4	-4.3	184.2	-6.5	68.0	0.994	0.559	170.9	277.6	72.0	154.3	-9.1	88.98
253	294.2	-4.3	184.9	-6.8	68.0	0.990	0.565	170.7	278.2	73.0	154.7	-9.2	59.31
254	293.9	-4.4	185.5	-7.2	68.0	0.987	0.571	170.6	278.9	74.0	155.0	-9.3	44.68
255	293.7	-4.5	186.2	-7.6	68.0	0.984	0.578	170.5	279.5	75.0	155.3	-9.3	35.96
256	293.4	-4.6	186.8	-7.9	68.1	0.981	0.584	170.4	280.2	76.0	155.6	-9.4	30.19
257	293.1	-4.6	187.5	-8.3	68.1	0.977	0.590	170.3	280.9	77.0	156.0	-9.5	26.07
258	292.9	-4.7	188.1	-8.6	68.1	0.974	0.596	170.2	281.6	78.0	156.3	-9.6	23.00
259	292.6	-4.8	188.8	-9.0	68.2	0.971	0.603	170.1	282.2	79.0	156.6	-9.7	20.62
260	292.4	-4.9	189.4	-9.3	68.2	0.967	0.609	170.0	282.9	80.0	156.9	-9.8	18.72
261	292.1	-4.9	190.1	-9.7	68.2	0.964	0.615	169.9	283.6	81.0	157.2	-9.9	17.17
262	291.8	-5.0	190.8	-10.1	68.2	0.961	0.621	169.7	284.3	82.0	157.4	-9.9	15.89
263	291.6	-5.1	191.4	-10.4	68.3	0.958	0.628	169.6	285.0	83.0	157.7	-10.0	14.80
264	291.3	-5.1	192.1	-10.8	68.3	0.954	0.634	169.5	285.7	84.0	158.0	-10.1	13.87
265	291.1	-5.2	192.8	-11.1	68.3	0.951	0.640	169.4	286.5	85.0	158.3	-10.1	13.08
266	290.8	-5.3	193.4	-11.5	68.3	0.948	0.647	169.3	287.2	86.0	158.5	-10.2	12.38
267	290.5	-5.4	194.1	-11.8	68.4	0.945	0.653	169.2	287.9	87.0	158.8	-10.3	11.77
268	290.3	-5.4	194.7	-12.2	68.4	0.941	0.659	169.1	288.6	88.0	159.0	-10.3	11.22
269	290.0	-5.5	195.4	-12.5	68.4	0.938	0.666	169.0	289.4	89.0	159.3	-10.4	10.74
270	289.8	-5.6	196.1	-12.9	68.5	0.908	0.660	168.7	288.0	90.0	161.7	-10.7	7.20
275	288.4	-5.9	199.4	-14.6	68.6	0.919	0.703	168.4	293.9	95.0	160.6	-10.6	8.71

Year	N
2007	18
2008	25
2009	25
2010	17
2011	30
2012	26
2013	27
2014	21
2015	14
2016	15
2017	24
2018	23
Total	265



#0004GEM Geminids α=113.2, δ=32.5, λs=262.1

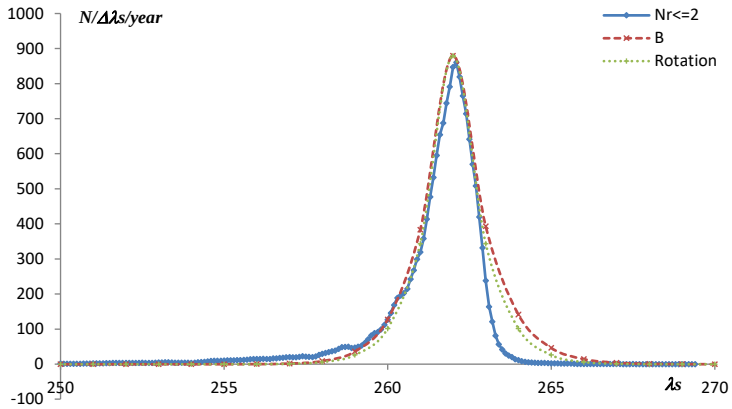




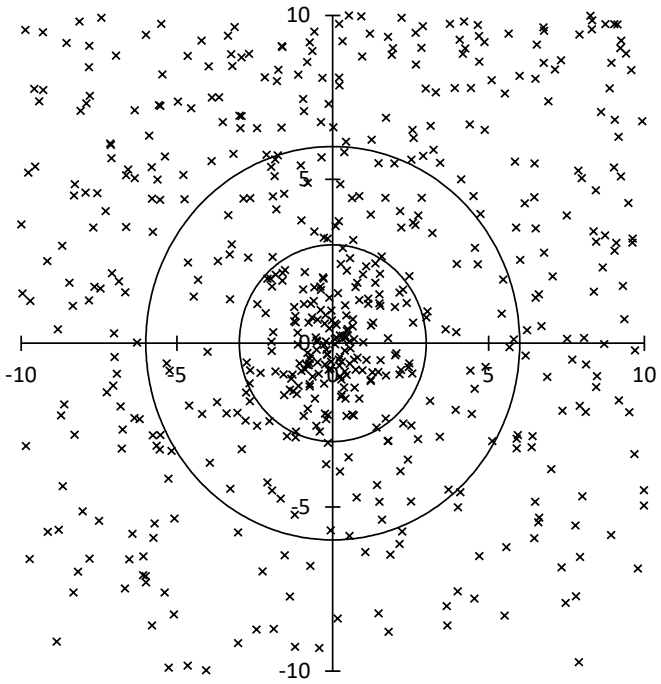
Code	λs	λ-λs	β
GEM03	*260	208.1	10.4
Δr=	2		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	262.5	8321	
DR3	262.5	34.0	
DR10	262.5	192.2	
DR15	262.5	705.9	

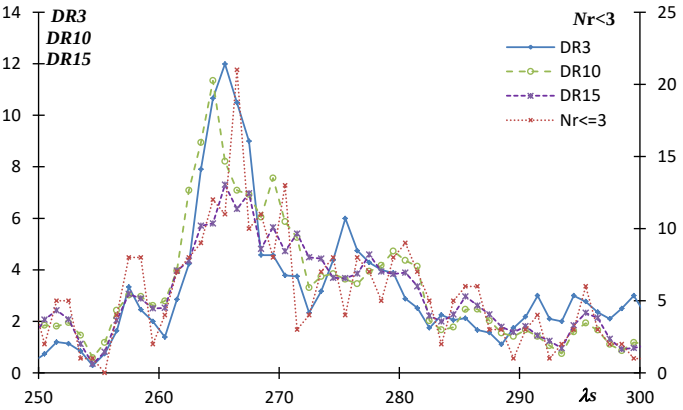
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
230	211.3	12.0	79.6	35.1	30.7	0.856	0.149	23.8	327.5	230.0	199.7	-12.5	1.03
235	210.8	11.7	85.0	35.1	31.2	0.861	0.148	23.7	327.0	235.0	204.2	-12.6	1.06
240	210.3	11.5	90.3	34.9	31.7	0.866	0.148	23.5	326.4	240.0	208.7	-12.8	1.10
245	209.8	11.3	95.7	34.6	32.2	0.871	0.147	23.4	325.9	245.0	213.2	-12.9	1.14
250	209.3	11.0	101.0	34.1	32.6	0.876	0.147	23.2	325.4	250.0	217.6	-12.9	1.18
251	209.2	11.0	102.0	34.0	32.7	0.877	0.147	23.2	325.3	251.0	218.5	-13.0	1.19
252	209.0	10.9	103.1	33.9	32.8	0.878	0.147	23.1	325.2	252.0	219.4	-13.0	1.20
253	208.9	10.9	104.1	33.8	32.9	0.879	0.147	23.1	325.1	253.0	220.3	-13.0	1.21
254	208.8	10.9	105.2	33.6	33.0	0.880	0.147	23.1	325.0	254.0	221.2	-13.0	1.22
255	208.7	10.8	106.2	33.5	33.1	0.881	0.147	23.0	324.9	255.0	222.1	-13.0	1.23
256	208.6	10.8	107.3	33.3	33.2	0.882	0.147	23.0	324.8	256.0	223.0	-13.0	1.24
257	208.5	10.7	108.3	33.2	33.3	0.883	0.146	22.9	324.7	257.0	223.8	-13.0	1.25
258	208.4	10.7	109.4	33.0	33.4	0.884	0.146	22.9	324.5	258.0	224.7	-13.0	1.26
259	208.3	10.6	110.4	32.8	33.5	0.885	0.146	22.9	324.4	259.0	225.6	-13.1	1.27
260	208.2	10.6	111.4	32.7	33.6	0.886	0.146	22.8	324.3	260.0	226.5	-13.1	1.28
261	208.1	10.5	112.4	32.5	33.7	0.887	0.146	22.8	324.2	261.0	227.4	-13.1	1.29
262	208.0	10.5	113.5	32.3	33.8	0.888	0.146	22.7	324.1	262.0	228.3	-13.1	1.31
263	207.9	10.4	114.5	32.1	33.8	0.889	0.146	22.7	324.0	263.0	229.2	-13.1	1.32
264	207.8	10.4	115.5	31.9	33.9	0.890	0.146	22.6	323.9	264.0	230.0	-13.1	1.33
265	207.7	10.3	116.5	31.7	34.0	0.891	0.146	22.6	323.8	265.0	230.9	-13.1	1.34
270	207.2	10.1	121.5	30.6	34.5	0.896	0.146	22.3	323.2	270.0	235.3	-13.2	1.41

Year	N
2007	1357
2008	533
2009	1110
2010	1160
2011	2103
2012	3613
2013	2593
2014	1994
2015	468
2016	706
2017	2233
2018	2068
Total	19938



#0340TPY_3 theta Pyxidids α=159.8, δ=-25.6, λs=272.0 [注釈を読む]

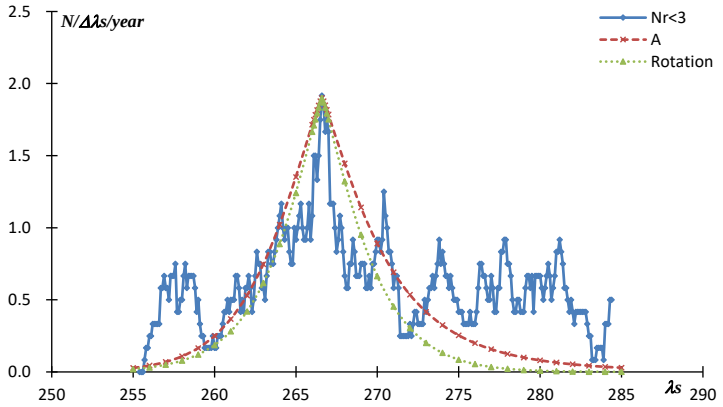




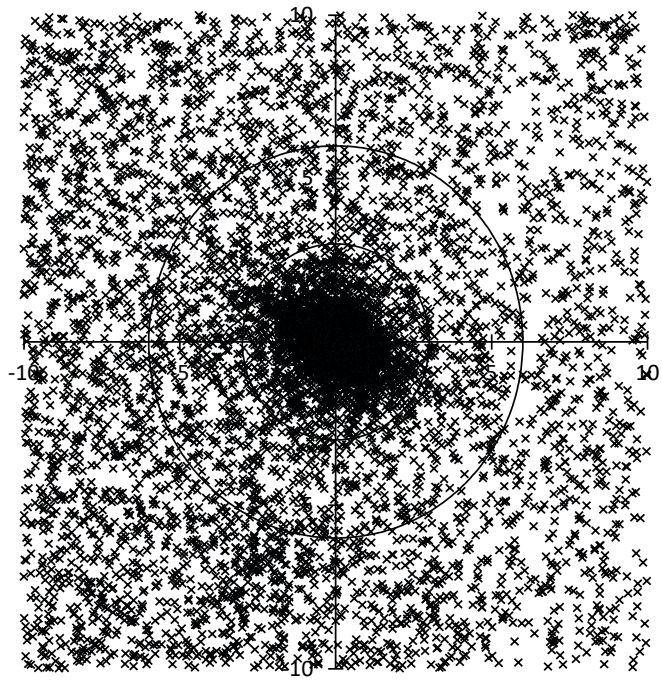
Code	λs	λ-λs	β
TPY03	272	260.3	-31.4
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	266.5	21	
DR3	265.5	12.0	
DR10	264.5	11.3	
DR15	265.5	7.3	

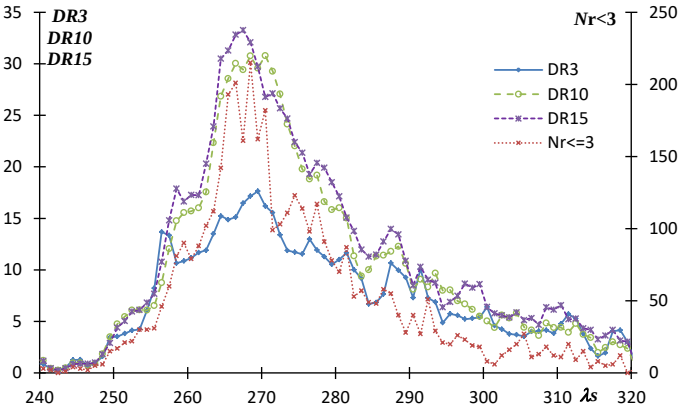
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λΠ	βΠ	a
255	259.1	-34.7	143.1	-22.3	61.0	0.855	0.925	118.7	29.9	75.0	59.6	25.9	6.39
260	259.5	-33.7	147.9	-23.2	61.6	0.862	0.926	120.5	29.3	80.0	64.1	25.0	6.69
261	259.5	-33.5	148.9	-23.3	61.7	0.863	0.926	120.8	29.2	81.0	65.0	24.8	6.76
262	259.6	-33.3	149.8	-23.5	61.9	0.864	0.927	121.2	29.1	82.0	65.9	24.6	6.83
263	259.6	-33.1	150.8	-23.7	62.0	0.866	0.927	121.5	29.0	83.0	66.8	24.4	6.91
264	259.7	-33.0	151.8	-23.9	62.1	0.867	0.927	121.9	28.9	84.0	67.8	24.2	6.99
265	259.8	-32.8	152.7	-24.1	62.2	0.869	0.928	122.3	28.8	85.0	68.7	24.0	7.08
266	259.8	-32.6	153.7	-24.3	62.4	0.871	0.928	122.6	28.6	86.0	69.6	23.8	7.18
266	259.8	-32.6	153.7	-24.3	62.4	0.871	0.928	122.6	28.6	86.0	69.6	23.8	7.18
267	259.9	-32.4	154.7	-24.5	62.5	0.872	0.928	123.0	28.5	87.0	70.5	23.6	7.28
268	259.9	-32.2	155.7	-24.7	62.6	0.874	0.929	123.3	28.4	88.0	71.5	23.4	7.38
269	260.0	-32.0	156.7	-24.9	62.8	0.876	0.929	123.7	28.3	89.0	72.4	23.2	7.49
270	260.1	-31.8	157.7	-25.1	62.9	1.837	0.958	138.4	16.3	90.0	77.6	10.8	-1.14
271	260.1	-31.6	158.7	-25.4	63.0	0.880	0.930	124.4	28.0	91.0	74.3	22.8	7.74
272	260.2	-31.4	159.6	-25.6	63.1	0.882	0.930	124.8	27.9	92.0	75.2	22.6	7.87
273	260.2	-31.2	160.6	-25.8	63.3	0.884	0.930	125.1	27.7	93.0	76.2	22.4	8.02
274	260.3	-31.0	161.6	-26.0	63.4	0.886	0.931	125.5	27.6	94.0	77.1	22.2	8.17
275	260.4	-30.8	162.7	-26.3	63.5	0.888	0.931	125.8	27.5	95.0	78.1	22.0	8.33
276	260.4	-30.6	163.7	-26.5	63.6	0.891	0.932	126.2	27.3	96.0	79.0	21.8	8.51
280	260.7	-29.8	167.7	-27.4	64.2	0.900	0.933	127.6	26.8	100.0	82.9	20.9	9.35
285	260.9	-28.9	172.9	-28.6	64.8	0.914	0.936	129.5	26.0	105.0	87.8	19.8	10.85

Year	N
2007	7
2008	13
2009	21
2010	10
2011	14
2012	12
2013	15
2014	19
2015	15
2016	9
2017	20
2018	18
Total	173



#0020COM Comae Berenicids α=175.2, δ=22.2, λs=274 注釈を読む

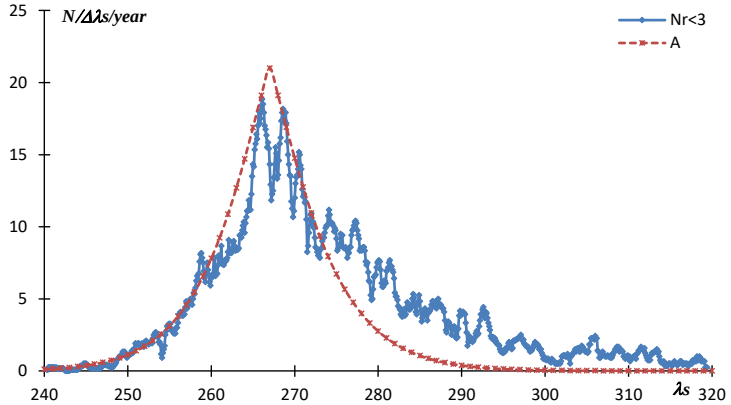




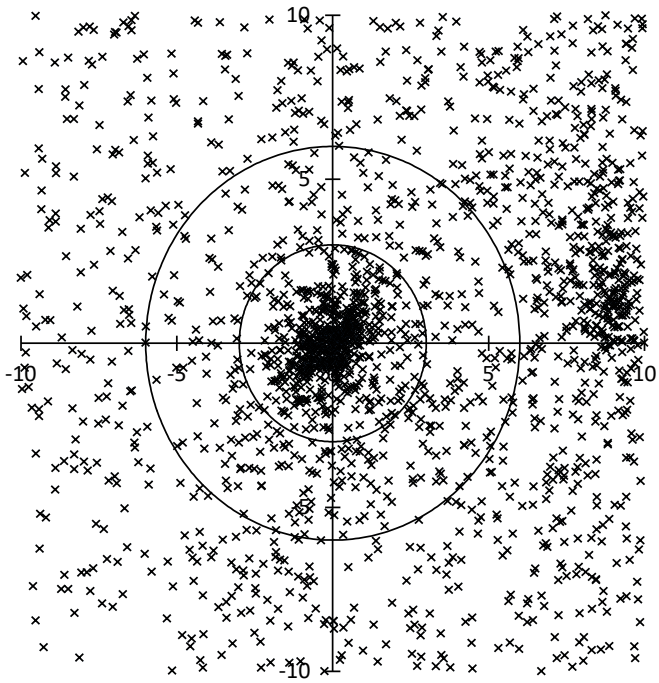
Code	λs	λ-λs	β
COM*	280	242.3	20.1
Δr=	3		
Δλs=	40		
	λs	max	
Nr<=3	268.5	215	
DR3	269.5	17.6	
DR10	270.5	30.8	
DR15	267.5	33.3	

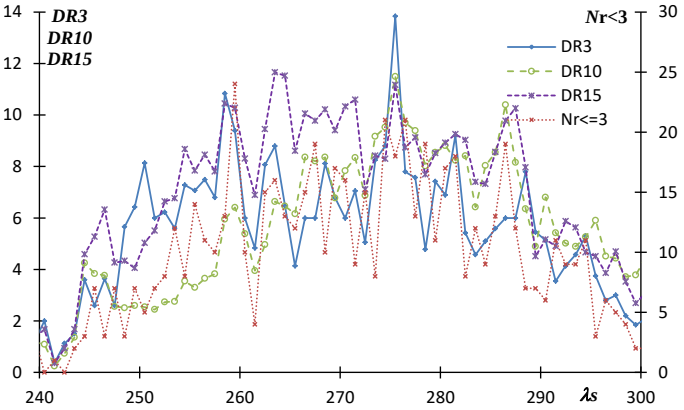
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λΠ	βΠ	a
240	244.3	22.9	133.7	41.3	63.2	0.978	0.615	132.1	256.3	240.0	350.0	-46.1	27.61
245	244.0	22.6	139.0	39.6	63.2	0.972	0.605	132.5	257.6	245.0	353.0	-46.1	21.72
250	243.7	22.3	144.1	37.8	63.2	0.967	0.594	132.9	258.9	250.0	356.0	-46.0	18.02
255	243.5	21.9	149.1	35.9	63.1	0.962	0.584	133.3	260.3	255.0	359.1	-45.9	15.50
260	243.2	21.6	153.9	34.0	63.1	0.958	0.574	133.7	261.6	260.0	2.1	-45.7	13.68
265	243.0	21.2	158.6	31.9	63.0	0.954	0.564	134.1	262.8	265.0	5.3	-45.5	12.31
268	242.8	21.0	161.4	30.7	63.0	0.952	0.558	134.3	263.6	268.0	7.1	-45.3	11.64
269	242.8	20.9	162.3	30.2	63.0	0.951	0.556	134.4	263.8	269.0	7.8	-45.3	11.44
270	242.7	20.9	163.2	29.8	63.0	0.951	0.554	134.5	264.1	270.0	8.4	-45.2	11.25
271	242.7	20.8	164.1	29.4	63.0	0.950	0.552	134.6	264.3	271.0	9.0	-45.2	11.07
272	242.6	20.7	165.0	29.0	63.0	0.950	0.550	134.6	264.6	272.0	9.7	-45.1	10.90
275	242.5	20.5	167.6	27.7	62.9	0.948	0.544	134.9	265.3	275.0	11.6	-44.9	10.42
280	242.2	20.2	172.0	25.5	62.9	0.945	0.534	135.3	266.5	280.0	14.8	-44.6	9.75
285	242.0	19.8	176.3	23.3	62.9	0.943	0.525	135.8	267.7	285.0	18.1	-44.2	9.22
290	241.7	19.5	180.5	21.1	62.8	0.941	0.516	136.2	268.9	290.0	21.5	-43.8	8.78
295	241.5	19.1	184.7	18.9	62.8	0.940	0.506	136.7	270.1	295.0	24.9	-43.3	8.43
300	241.2	18.8	188.8	16.7	62.7	0.939	0.498	137.2	271.2	300.0	28.4	-42.8	8.15
305	241.0	18.4	192.9	14.5	62.7	0.938	0.489	137.7	272.3	305.0	31.9	-42.3	7.92
310	240.7	18.1	197.0	12.4	62.6	0.938	0.480	138.2	273.4	310.0	35.5	-41.8	7.75
315	240.5	17.7	201.1	10.3	62.6	0.938	0.472	138.7	274.4	315.0	39.1	-41.2	7.62
320	240.2	17.4	205.2	8.2	62.6	0.938	0.464	139.2	275.5	320.0	42.8	-40.6	7.53

Year	N
2007	220
2008	374
2009	372
2010	377
2011	406
2012	286
2013	335
2014	322
2015	282
2016	342
2017	446
2018	330
Total	4092



#0428DSV December sigma Virginids α=205.046, δ=5.475, λs=267.414 [注釈を読む]

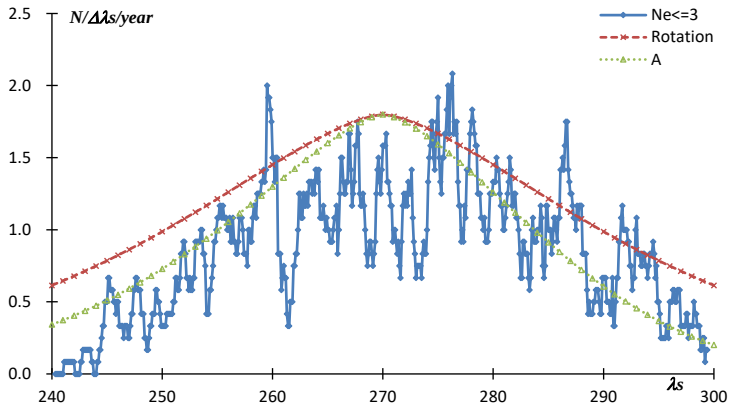




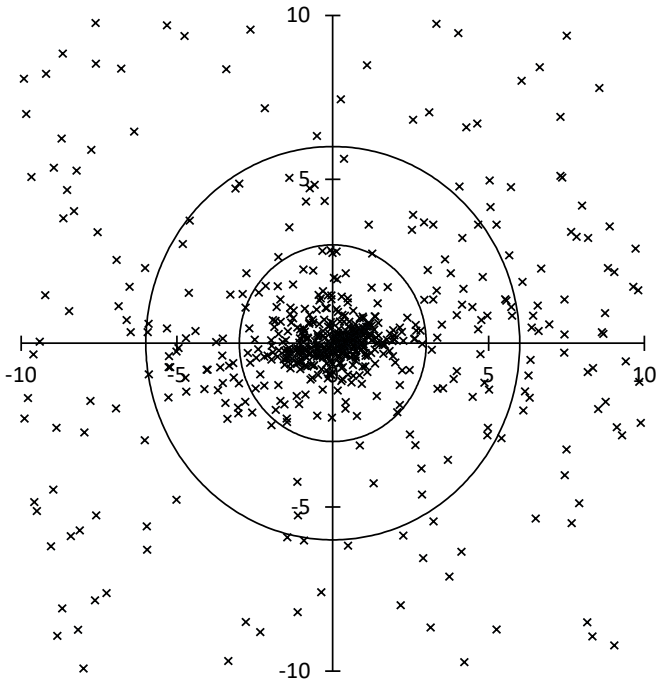
Code	λs	λ-λs	β
DSV*	270	293.7	14.8
Δr=	3		
Δλs=	30		
	λs	max	
Nr<=3	259.5	24	
DR3	275.5	13.8	
DR10	275.5	11.5	
DR15	263.5	11.7	

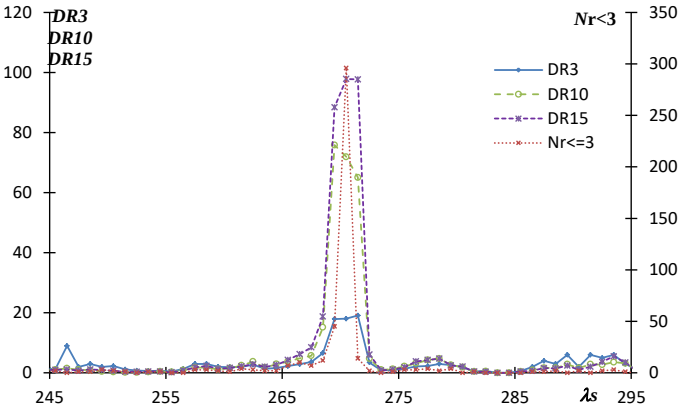
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
240	297.3	11.5	182.2	11.6	66.1	0.998	0.511	154.3	91.9	240.0	147.9	25.7	247.19
245	296.7	12.1	186.4	10.4	66.1	0.990	0.526	153.4	93.6	245.0	151.0	26.6	51.08
250	296.0	12.6	190.6	9.2	66.1	0.982	0.542	152.5	95.3	250.0	154.1	27.4	29.52
255	295.4	13.2	194.7	8.0	66.1	0.974	0.559	151.7	97.0	255.0	157.0	28.1	21.30
260	294.8	13.7	198.9	6.8	66.1	0.966	0.575	150.8	98.9	260.0	159.9	28.8	17.01
262	294.5	13.9	200.6	6.4	66.1	0.963	0.582	150.5	99.6	262.0	161.0	29.0	15.83
264	294.3	14.1	202.2	5.9	66.1	0.960	0.589	150.2	100.3	264.0	162.1	29.3	14.85
266	294.0	14.4	203.9	5.5	66.1	0.958	0.595	149.9	101.1	266.0	163.2	29.5	14.02
268	293.7	14.6	205.5	5.1	66.1	0.955	0.602	149.6	101.9	268.0	164.3	29.7	13.31
270	293.5	14.8	207.2	4.6	66.1	0.952	0.609	149.2	102.6	270.0	165.4	29.9	12.70
272	293.2	15.0	208.8	4.2	66.1	0.949	0.616	148.9	103.4	272.0	166.4	30.1	12.17
274	293.0	15.2	210.5	3.8	66.1	0.947	0.623	148.6	104.2	274.0	167.5	30.3	11.72
276	292.7	15.4	212.1	3.4	66.1	0.944	0.630	148.3	105.0	276.0	168.5	30.5	11.32
278	292.4	15.6	213.8	3.1	66.1	0.942	0.637	148.0	105.8	278.0	169.5	30.6	10.97
280	292.2	15.9	215.4	2.7	66.1	0.940	0.644	147.7	106.7	280.0	170.5	30.8	10.66
282	291.9	16.1	217.1	2.3	66.1	0.937	0.650	147.4	107.5	282.0	171.5	30.9	10.39
285	291.5	16.4	219.5	1.8	66.1	0.934	0.661	147.0	108.7	285.0	173.0	31.1	10.05
290	290.9	16.9	223.7	1.0	66.1	0.929	0.679	146.3	110.9	290.0	175.3	31.3	9.61
295	290.2	17.5	227.8	0.3	66.1	0.925	0.696	145.5	113.1	295.0	177.7	31.4	9.31
300	289.5	18.0	231.9	-0.3	66.1	0.922	0.714	144.9	115.3	300.0	179.9	31.4	9.12
305	288.9	18.5	236.0	-0.8	66.1	0.919	0.732	144.2	117.6	305.0	182.2	31.2	9.03

Year	N
2007	33
2008	59
2009	50
2010	55
2011	78
2012	39
2013	49
2014	46
2015	48
2016	44
2017	63
2018	51
Total	615



#0015URS Ursids α=219.35, δ=75.34, λs=271

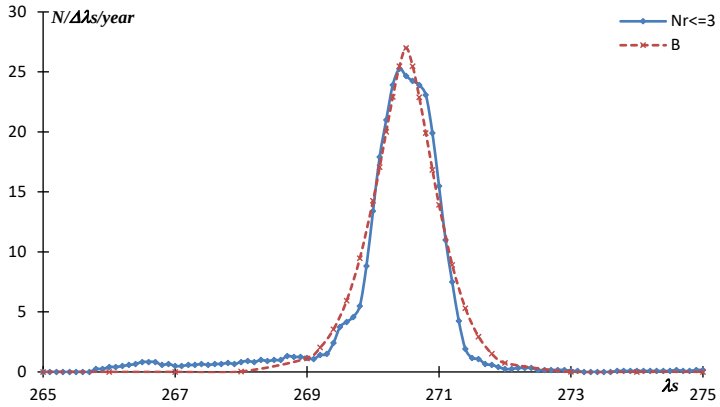




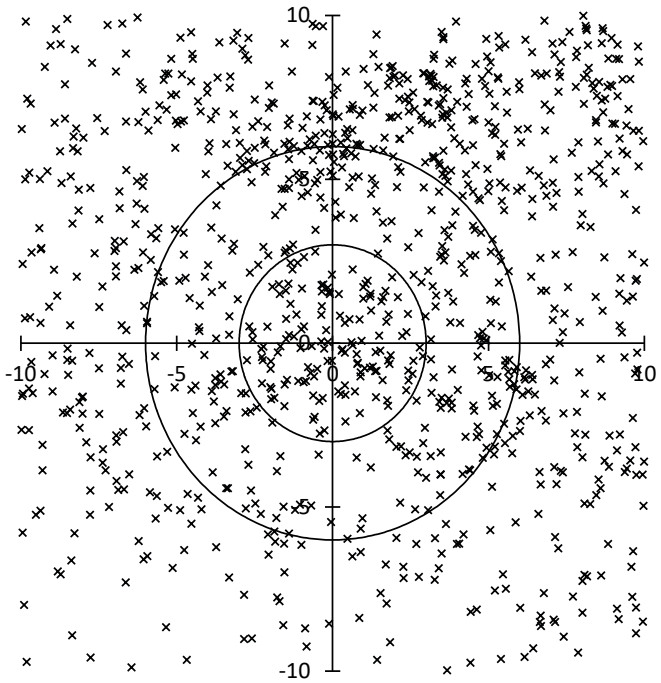
Code	λs	λ-λs	β
URS00	271	218.5	72.1
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	270.5	296	
DR3	271.5	19.1	
DR10	269.5	75.8	
DR15	270.5	97.8	

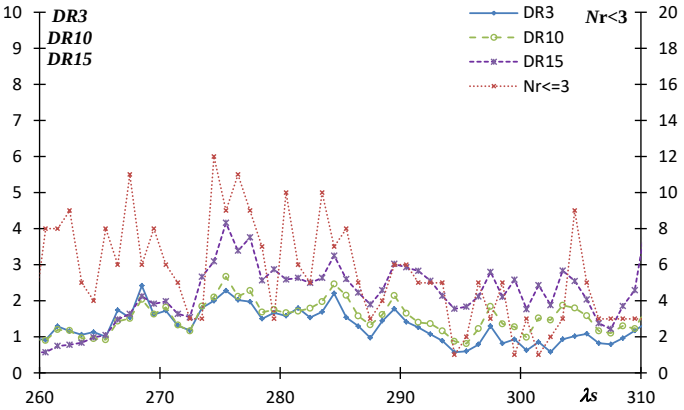
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λΠ	βΠ	a
265	221.1	68.6	205.0	76.3	34.9	0.825	0.921	56.0	211.0	265.0	103.5	-25.3	5.27
266	220.7	69.2	207.7	76.1	34.6	0.822	0.924	55.5	210.0	266.0	104.1	-24.3	5.21
267	220.4	69.9	210.3	76.0	34.2	0.819	0.928	54.9	209.1	267.0	104.7	-23.4	5.14
268	220.0	70.5	212.9	75.8	33.9	0.816	0.932	54.3	208.1	268.0	105.3	-22.5	5.07
269	219.6	71.1	215.4	75.6	33.6	0.813	0.935	53.7	207.2	269.0	105.9	-21.6	5.01
270	219.2	71.7	217.8	75.4	33.2	0.810	0.938	53.1	206.3	270.0	106.5	-20.8	4.94
270.1	219.2	71.7	218.1	75.4	33.2	0.810	0.938	53.0	206.2	270.1	106.6	-20.7	4.94
270.2	219.1	71.8	218.3	75.4	33.1	0.810	0.939	53.0	206.1	270.2	106.7	-20.6	4.93
270.3	219.1	71.9	218.5	75.4	33.1	0.809	0.939	52.9	206.0	270.3	106.7	-20.5	4.92
270.4	219.0	71.9	218.8	75.4	33.1	0.809	0.939	52.9	205.9	270.4	106.8	-20.4	4.92
270.5	219.0	72.0	219.0	75.3	33.0	0.809	0.940	52.8	205.9	270.5	106.8	-20.3	4.91
270.6	218.9	72.0	219.2	75.3	33.0	0.808	0.940	52.7	205.8	270.6	106.9	-20.2	4.90
270.7	218.9	72.1	219.5	75.3	33.0	0.808	0.940	52.7	205.7	270.7	106.9	-20.2	4.90
270.8	218.8	72.2	219.7	75.3	32.9	0.808	0.941	52.6	205.6	270.8	107.0	-20.1	4.89
270.9	218.8	72.2	220.0	75.3	32.9	0.807	0.941	52.6	205.5	270.9	107.1	-20.0	4.88
270	219.2	71.7	217.8	75.4	33.2	0.810	0.938	53.1	206.3	270.0	106.5	-20.8	4.94
271	218.7	72.3	220.2	75.2	32.9	0.807	0.941	52.5	205.4	271.0	107.1	-19.9	4.88
272	218.3	72.9	222.5	75.1	32.5	0.804	0.944	51.9	204.5	272.0	107.7	-19.1	4.81
273	217.8	73.5	224.8	74.9	32.2	0.801	0.947	51.4	203.6	273.0	108.3	-18.2	4.75
274	217.2	74.1	227.0	74.7	31.8	0.797	0.950	50.8	202.7	274.0	108.8	-17.4	4.69
275	216.6	74.7	229.2	74.5	31.5	0.794	0.952	50.2	201.9	275.0	109.4	-16.6	4.62

Year	N
2007	2
2008	11
2009	45
2010	45
2011	81
2012	6
2013	19
2014	18
2015	5
2016	14
2017	124
2018	20
Total	390



#0097SCC Southern delta Cancrids α=134.1, δ=10.1, λs=296.3 注釈を読む

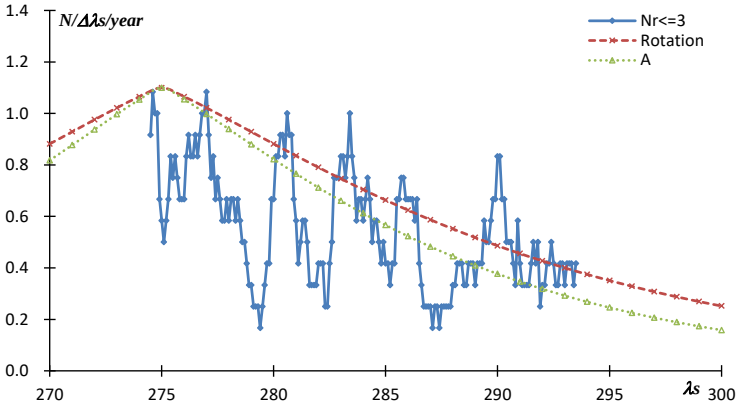




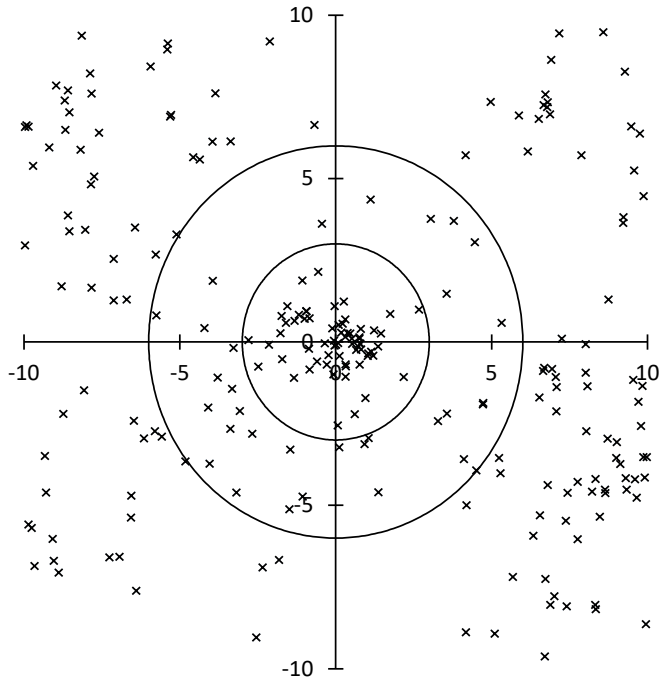
Code	λs	λ-λs	β
SCC04	284.1	188.7	-5.4
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	274.5	12	
DR3	275.5	2.3	
DR10	275.5	2.7	
DR15	275.5	4.2	

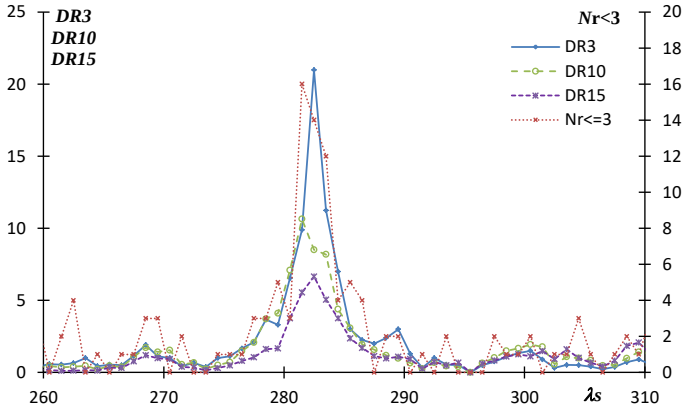
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
270	189.8	-5.7	100.3	17.4	26.7	0.799	0.406	5.9	108.8	90.0	198.9	5.6	2.02
272	189.7	-5.4	102.3	17.5	26.8	0.800	0.406	5.6	108.7	92.0	200.8	5.3	2.04
274	189.7	-5.2	104.3	17.6	26.9	0.802	0.407	5.3	108.6	94.0	202.6	5.1	2.05
276	189.6	-4.9	106.3	17.7	26.9	0.803	0.407	5.1	108.4	96.0	204.5	4.8	2.07
278	189.5	-4.6	108.3	17.7	27.0	0.805	0.407	4.8	108.3	98.0	206.4	4.6	2.09
280	189.4	-4.4	110.3	17.7	27.0	0.807	0.407	4.6	108.2	100.0	208.2	4.3	2.11
281	189.4	-4.3	111.4	17.7	27.0	0.807	0.408	4.4	108.1	101.0	209.2	4.2	2.11
282	189.3	-4.1	112.4	17.7	27.1	0.808	0.408	4.3	108.0	102.0	210.1	4.1	2.12
283	189.3	-4.0	113.4	17.6	27.1	0.809	0.408	4.2	108.0	103.0	211.0	4.0	2.13
284	189.2	-3.9	114.4	17.6	27.1	0.810	0.408	4.0	107.9	104.0	212.0	3.8	2.14
285	189.2	-3.8	115.4	17.6	27.1	0.810	0.408	3.9	107.9	105.0	212.9	3.7	2.15
286	189.1	-3.6	116.4	17.5	27.2	0.811	0.408	3.8	107.8	106.0	213.8	3.6	2.16
287	189.1	-3.5	117.4	17.5	27.2	0.812	0.409	3.7	107.7	107.0	214.8	3.5	2.17
288	189.1	-3.4	118.4	17.4	27.2	0.813	0.409	3.5	107.7	108.0	215.7	3.4	2.18
289	189.0	-3.2	119.4	17.4	27.2	0.813	0.409	3.4	107.6	109.0	216.6	3.2	2.19
290	189.0	-3.1	120.4	17.3	27.3	0.814	0.409	3.3	107.5	110.0	217.6	3.1	2.20
292	188.9	-2.9	122.5	17.2	27.3	0.816	0.410	3.0	107.4	112.0	219.4	2.9	2.22
294	188.8	-2.6	124.5	17.0	27.4	0.817	0.410	2.7	107.3	114.0	221.3	2.6	2.24
296	188.7	-2.3	126.5	16.8	27.4	0.819	0.410	2.5	107.1	116.0	223.1	2.4	2.27
298	188.6	-2.1	128.5	16.6	27.5	0.821	0.411	2.2	107.0	118.0	225.0	2.1	2.29
300	188.5	-1.8	130.5	16.4	27.5	0.822	0.411	1.9	106.8	120.0	226.8	1.8	2.31

Year	N
2007	4
2008	13
2009	7
2010	8
2011	13
2012	10
2013	14
2014	7
2015	14
2016	11
2017	15
2018	19
Total	135



#0319JLE January Leonids α=148.3, δ=23.9, λs=282.5

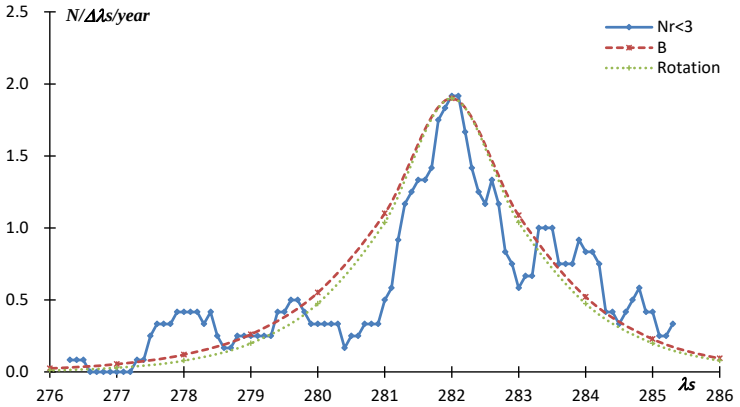




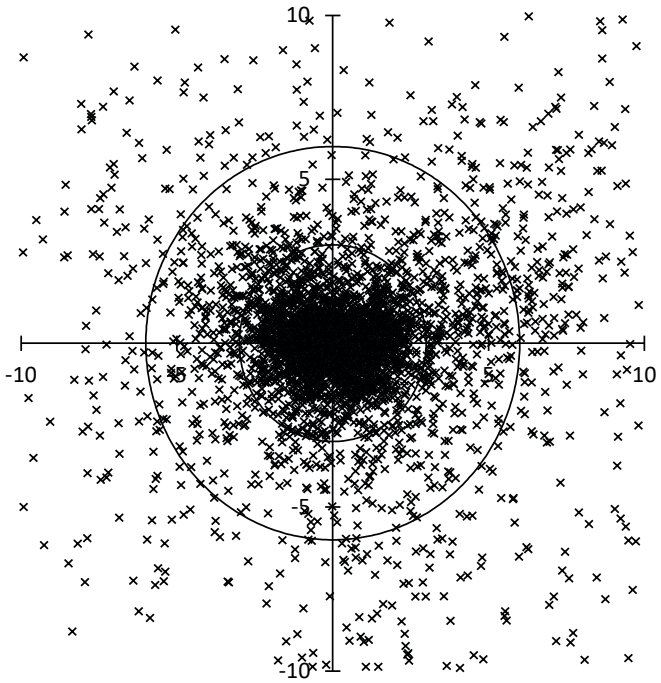
Code	λs	λ-λs	β
JLE01	281	219.6	10.3
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	281.5	16	
DR3	282.5	21.0	
DR10	281.5	10.6	
DR15	282.5	6.7	

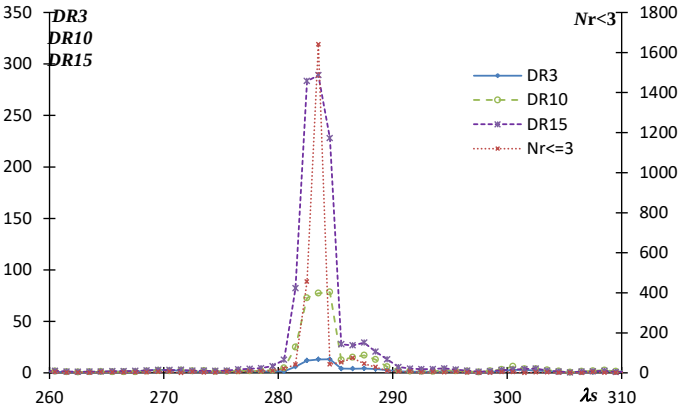
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
270	223.5	10.7	139.4	27.0	51.4	0.976	0.062	115.3	333.8	270.0	281.9	-23.5	2.60
271	223.2	10.7	140.1	26.7	51.5	0.978	0.060	114.5	334.0	271.0	282.5	-23.5	2.72
272	222.9	10.6	140.8	26.5	51.5	0.979	0.059	113.7	334.1	272.0	283.1	-23.6	2.85
273	222.5	10.6	141.5	26.2	51.6	0.981	0.058	112.9	334.2	273.0	283.6	-23.6	3.00
274	222.2	10.5	142.2	26.0	51.6	0.982	0.057	112.1	334.4	274.0	284.2	-23.6	3.16
275	221.9	10.5	142.8	25.7	51.7	0.983	0.056	111.2	334.5	275.0	284.8	-23.7	3.34
276	221.6	10.4	143.5	25.5	51.7	0.985	0.055	110.3	334.6	276.0	285.4	-23.7	3.55
277	221.2	10.4	144.2	25.2	51.8	0.986	0.054	109.4	334.7	277.0	285.9	-23.7	3.79
278	220.9	10.3	144.9	24.9	51.8	0.987	0.053	108.5	334.9	278.0	286.5	-23.8	4.05
279	220.6	10.3	145.5	24.7	51.9	0.988	0.052	107.5	335.0	279.0	287.0	-23.8	4.37
280	220.3	10.2	146.2	24.4	51.9	0.989	0.051	106.5	335.1	280.0	287.5	-23.8	4.74
281	219.9	10.2	146.9	24.1	52.0	0.990	0.050	105.5	335.2	281.0	288.0	-23.8	5.17
282	219.6	10.1	147.5	23.9	52.0	0.991	0.049	104.5	335.3	282.0	288.6	-23.8	5.71
283	219.3	10.1	148.2	23.6	52.1	0.992	0.048	103.4	335.4	283.0	289.1	-23.9	6.36
284	219.0	10.0	148.9	23.3	52.1	0.993	0.047	102.4	335.5	284.0	289.6	-23.9	7.20
285	218.6	10.0	149.5	23.0	52.2	0.994	0.046	101.3	335.6	285.0	290.1	-23.9	8.29
286	218.3	9.9	150.2	22.8	52.2	0.995	0.046	100.1	335.7	286.0	290.5	-23.9	9.79
287	218.0	9.9	150.8	22.5	52.3	0.996	0.045	99.0	335.8	287.0	291.0	-23.9	11.95
288	217.7	9.8	151.5	22.2	52.3	0.997	0.044	97.8	335.9	288.0	291.5	-23.9	15.38
289	217.3	9.8	152.1	21.9	52.4	0.998	0.044	96.6	335.9	289.0	291.9	-23.9	21.62
290	217.0	9.7	152.8	21.6	52.4	0.999	0.043	95.3	336.0	290.0	292.4	-23.9	36.53

Year	N
2007	1
2008	4
2009	7
2010	5
2011	9
2012	4
2013	8
2014	5
2015	4
2016	6
2017	5
2018	8
Total	66



#0010QUA Quadrantids α=230.0 , δ=49.5, λs=283.28

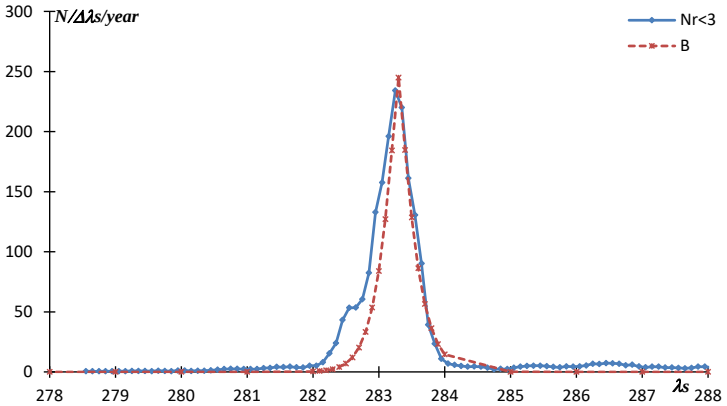




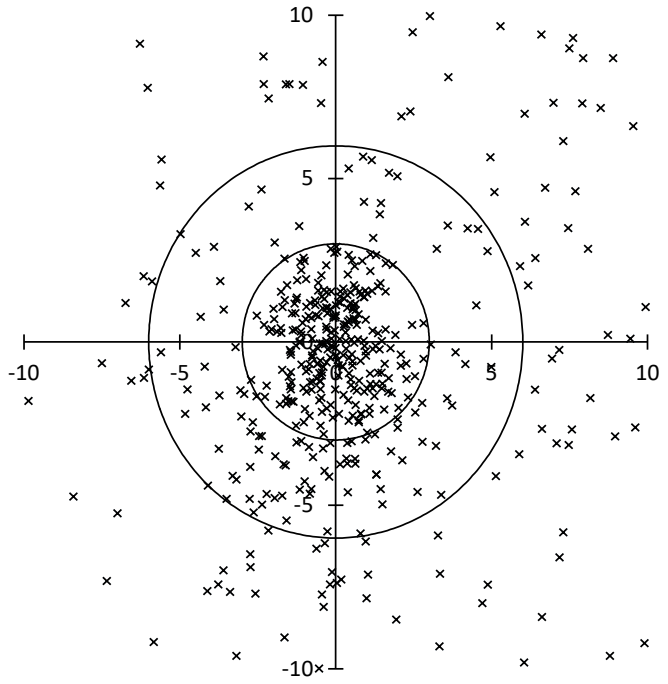
Code	λs	λ-λs	β
QUA01	283.2	277.7	63.4
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	283.5	1641	
DR3	284.5	13.2	
DR10	284.5	78.4	
DR15	283.5	289.1	

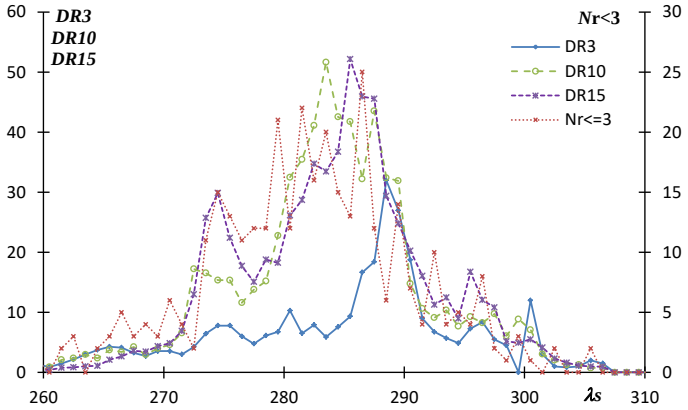
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
277	277.2	62.1	225.2	49.9	41.0	0.603	0.978	72.7	170.5	277.0	94.2	9.0	2.46
278	277.1	62.3	226.0	49.9	40.8	0.606	0.979	72.4	170.8	278.0	95.2	8.8	2.48
279	277.1	62.6	226.7	49.8	40.7	0.610	0.979	72.1	171.0	279.0	96.2	8.6	2.51
280	277.0	62.9	227.5	49.8	40.6	0.613	0.979	71.8	171.2	280.0	97.2	8.4	2.53
281	276.9	63.1	228.3	49.7	40.5	0.617	0.979	71.5	171.4	281.0	98.2	8.2	2.55
282	276.8	63.4	229.0	49.7	40.4	0.620	0.979	71.1	171.6	282.0	99.3	7.9	2.58
282.2	276.8	63.4	229.2	49.7	40.3	0.621	0.979	71.1	171.6	282.2	99.5	7.9	2.58
282.4	276.8	63.5	229.3	49.7	40.3	0.621	0.979	71.0	171.7	282.4	99.7	7.9	2.59
282.6	276.8	63.5	229.5	49.7	40.3	0.622	0.979	71.0	171.7	282.6	99.9	7.8	2.59
282.8	276.8	63.6	229.6	49.7	40.3	0.623	0.979	70.9	171.8	282.8	100.1	7.8	2.60
283	276.7	63.6	229.8	49.7	40.3	0.624	0.979	70.8	171.8	283.0	100.3	7.7	2.60
283.1	276.7	63.6	229.8	49.7	40.2	0.624	0.979	70.8	171.8	283.1	100.4	7.7	2.60
283.2	276.7	63.7	229.9	49.7	40.2	0.624	0.979	70.8	171.8	283.2	100.5	7.7	2.61
283.3	276.7	63.7	230.0	49.7	40.2	0.625	0.979	70.7	171.9	283.3	100.6	7.7	2.61
283.4	276.7	63.7	230.0	49.7	40.2	0.625	0.980	70.7	171.9	283.4	100.7	7.7	2.61
283.6	276.7	63.8	230.2	49.6	40.2	0.626	0.980	70.7	171.9	283.6	100.9	7.6	2.62
283.8	276.7	63.8	230.3	49.6	40.2	0.626	0.980	70.6	172.0	283.8	101.1	7.6	2.62
284	276.7	63.9	230.5	49.6	40.1	0.627	0.980	70.5	172.0	284.0	101.3	7.5	2.63
285	276.6	64.1	231.2	49.6	40.0	0.631	0.980	70.2	172.2	285.0	102.3	7.3	2.65
286	276.5	64.4	232.0	49.6	39.9	0.634	0.980	69.9	172.4	286.0	103.4	7.1	2.68
287	276.4	64.6	232.7	49.6	39.8	0.638	0.980	69.6	172.6	287.0	104.4	6.9	2.70

Year	N
2007	71
2008	124
2009	471
2010	138
2011	98
2012	159
2013	238
2014	469
2015	47
2016	247
2017	112
2018	230
Total	2404



#0331AHY alpha Hydrids α=127.6, δ=-7.9, λs=285.5

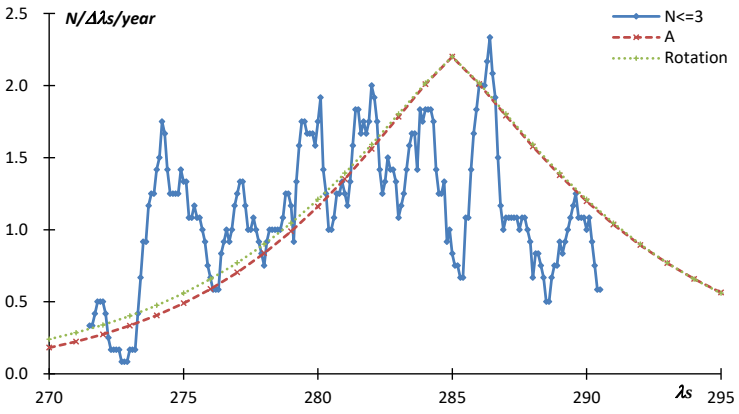




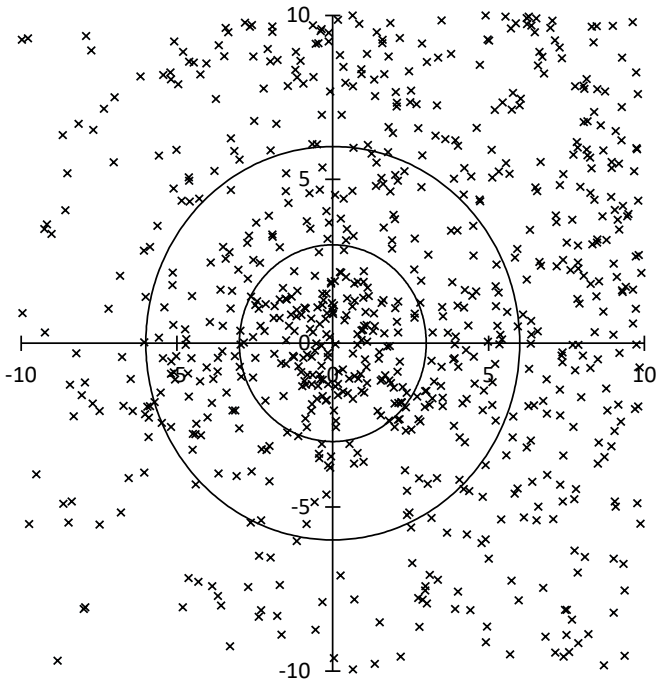
Code	λs	λ-λs	β
AHY05	281.2	207.9	-26.6
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	286.5	25	
DR3	288.5	32.0	
DR10	283.5	51.6	
DR15	285.5	52.2	

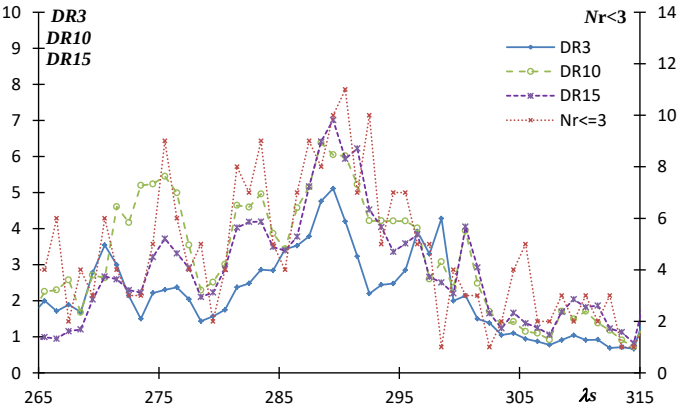
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
265	212.8	-26.1	114.8	-5.0	45.7	0.962	0.261	68.3	119.9	85.0	232.2	53.6	6.92
270	211.5	-26.2	118.1	-5.8	45.1	0.963	0.265	65.8	119.3	90.0	233.9	52.7	7.11
275	210.3	-26.3	121.4	-6.6	44.5	0.964	0.273	62.8	118.1	95.0	234.4	51.7	7.65
277	209.8	-26.3	122.7	-6.9	44.3	0.965	0.276	61.7	117.7	97.0	234.9	51.2	7.82
278	209.5	-26.3	123.4	-7.1	44.2	0.965	0.278	61.2	117.5	98.0	235.2	51.0	7.91
279	209.3	-26.3	124.0	-7.3	44.1	0.965	0.279	60.7	117.3	99.0	235.5	50.8	8.00
280	209.0	-26.3	124.7	-7.5	43.9	0.965	0.281	60.2	117.1	100.0	235.8	50.6	8.09
281	208.8	-26.4	125.3	-7.7	43.8	0.965	0.282	59.7	116.8	101.0	236.0	50.4	8.18
282	208.5	-26.4	126.0	-7.9	43.7	0.966	0.284	59.1	116.6	102.0	236.3	50.1	8.28
283	208.3	-26.4	126.6	-8.0	43.6	0.966	0.286	58.6	116.4	103.0	236.6	49.9	8.37
284	208.0	-26.4	127.3	-8.2	43.5	0.966	0.287	58.2	116.1	104.0	236.9	49.7	8.47
285	207.8	-26.4	127.9	-8.4	43.3	0.966	0.289	57.7	115.9	105.0	237.2	49.5	8.58
286	207.5	-26.4	128.6	-8.6	43.2	0.967	0.291	57.2	115.7	106.0	237.5	49.2	8.68
287	207.3	-26.4	129.2	-8.8	43.1	0.967	0.293	56.7	115.4	107.0	237.9	49.0	8.79
288	207.0	-26.5	129.9	-9.0	43.0	0.967	0.294	56.2	115.2	108.0	238.2	48.8	8.90
289	206.8	-26.5	130.5	-9.2	42.9	0.967	0.296	55.7	114.9	109.0	238.5	48.5	9.02
290	206.5	-26.5	131.2	-9.4	42.7	0.967	0.298	55.3	114.7	110.0	238.8	48.3	9.13
291	206.3	-26.5	131.8	-9.6	42.6	0.968	0.300	54.8	114.4	111.0	239.2	48.1	9.25
292	206.0	-26.5	132.5	-9.9	42.5	0.968	0.302	54.3	114.1	112.0	239.5	47.8	9.38
295	205.2	-26.5	134.4	-10.5	42.1	0.968	0.308	53.0	113.3	115.0	240.6	47.1	9.77
300	204.0	-26.6	137.6	-11.6	41.5	0.970	0.319	50.8	111.9	120.0	242.4	45.9	10.49

Year	N
2007	11
2008	18
2009	26
2010	27
2011	28
2012	15
2013	24
2014	22
2015	16
2016	22
2017	26
2018	29
Total	264



#0515OLE omicron Leonids α=144, δ=7, λs=296

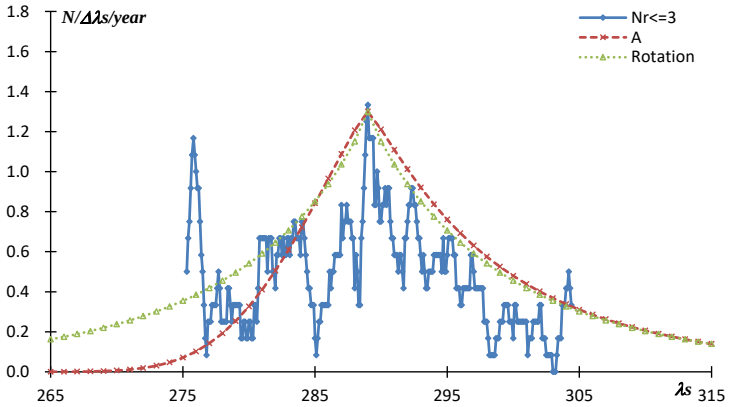




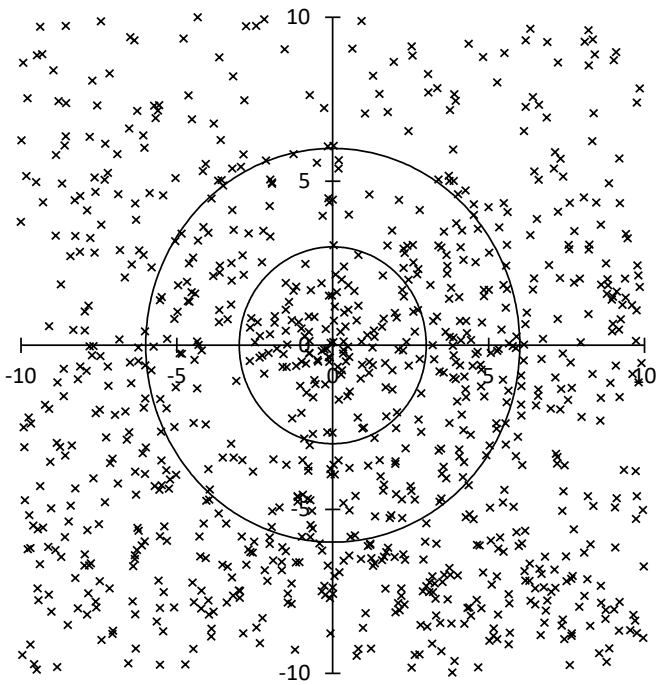
Code	λs	λ-λs	β
OLE00	290	208.0	-6.9
Δr=	3		
Δλs=	15		
	λs	max	
Nr<=3	290.5	11	
DR3	289.5	5.1	
DR10	288.5	6.4	
DR15	289.5	7.0	

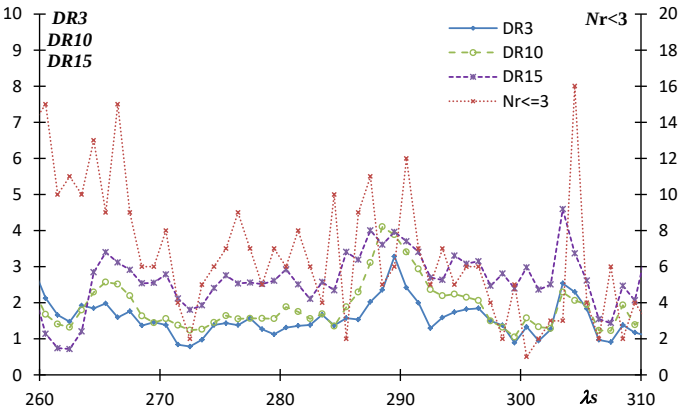
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
265	209.9	-9.7	115.0	11.6	37.5	0.933	0.102	28.1	149.0	85.0	237.0	14.0	1.52
270	209.5	-9.0	119.8	11.4	38.3	0.943	0.094	27.8	149.8	90.0	242.8	13.5	1.64
275	209.2	-8.3	124.5	11.1	39.2	0.950	0.090	26.6	149.8	95.0	247.5	13.0	1.82
280	208.9	-7.6	129.3	10.7	40.1	0.958	0.084	25.6	150.2	100.0	252.7	12.4	2.03
284	208.6	-7.1	133.0	10.2	40.8	0.964	0.080	24.7	150.6	104.0	256.9	11.9	2.25
285	208.5	-6.9	134.0	10.1	41.0	0.966	0.079	24.5	150.7	105.0	257.9	11.7	2.31
286	208.5	-6.8	134.9	10.0	41.2	0.967	0.078	24.2	150.7	106.0	258.9	11.6	2.38
287	208.4	-6.7	135.9	9.9	41.3	0.969	0.077	24.0	150.8	107.0	260.0	11.4	2.45
288	208.3	-6.5	136.8	9.7	41.5	0.970	0.076	23.7	150.9	108.0	261.0	11.3	2.53
289	208.3	-6.4	137.7	9.6	41.7	0.971	0.075	23.5	151.0	109.0	262.1	11.1	2.62
290	208.2	-6.2	138.7	9.4	41.9	0.973	0.074	23.2	151.1	110.0	263.1	11.0	2.71
291	208.1	-6.1	139.6	9.3	42.0	0.974	0.073	22.9	151.2	111.0	264.1	10.8	2.80
292	208.1	-6.0	140.6	9.1	42.2	0.975	0.072	22.6	151.3	112.0	265.2	10.6	2.91
293	208.0	-5.8	141.5	9.0	42.4	0.977	0.071	22.3	151.4	113.0	266.2	10.5	3.02
294	207.9	-5.7	142.4	8.8	42.6	0.978	0.070	22.0	151.5	114.0	267.3	10.3	3.15
295	207.9	-5.5	143.4	8.7	42.7	0.979	0.069	21.6	151.6	115.0	268.3	10.1	3.29
296	207.8	-5.4	144.3	8.5	42.9	0.980	0.068	21.3	151.7	116.0	269.3	9.9	3.44
300	207.5	-4.8	148.0	7.8	43.6	0.985	0.065	19.9	152.0	120.0	273.5	9.2	4.24
305	207.2	-4.1	152.7	6.8	44.5	0.990	0.060	17.9	152.5	125.0	278.6	8.2	6.05
310	206.9	-3.4	157.3	5.8	45.4	0.995	0.057	15.6	152.9	130.0	283.7	7.0	10.89
315	206.5	-2.7	161.9	4.7	46.3	0.999	0.053	13.0	153.3	135.0	288.9	5.8	63.69

Year	N
2007	6
2008	11
2009	17
2010	10
2011	14
2012	9
2013	18
2014	13
2015	22
2016	10
2017	25
2018	17
Total	172



#0096NCC Northern delta Cancrids α=130, δ=20, λs=296.3 [注釈を読む]

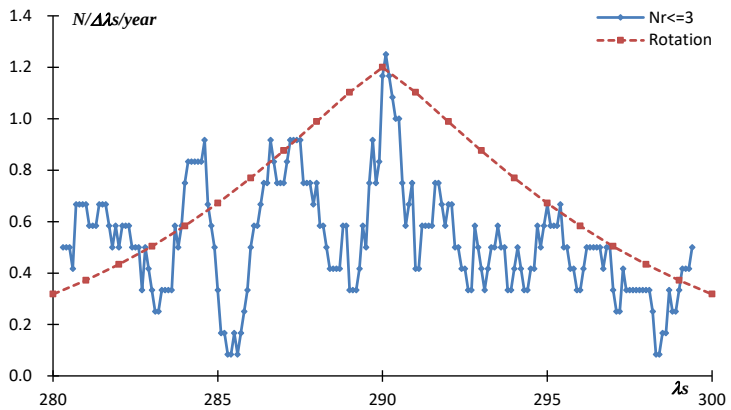




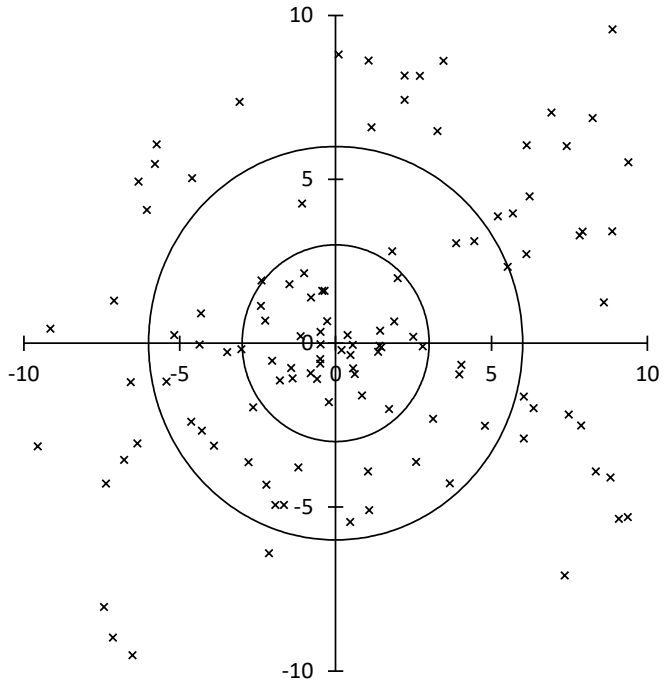
Code	λs	λ-λs	β
NCC03	*290	189.4	1.2
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	290.5	12	
DR3	289.5	3.3	
DR10	288.5	4.1	
DR15	287.5	4.0	

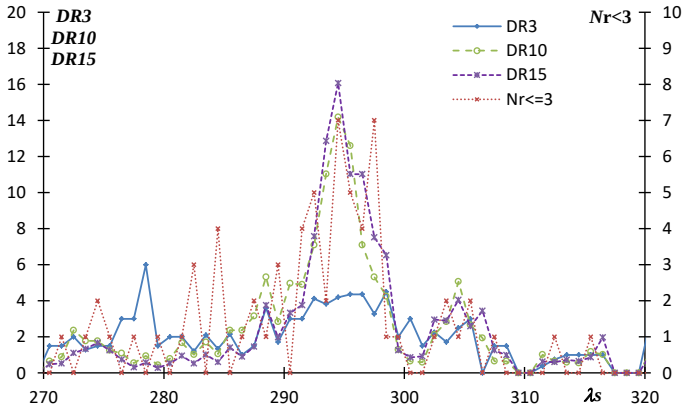
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
270	190.8	2.4	102.0	25.4	26.9	0.799	0.387	2.6	291.4	270.0	201.4	-2.4	1.93
275	190.4	2.4	107.1	24.9	27.1	0.804	0.390	2.5	290.7	275.0	205.7	-2.4	1.99
280	190.1	2.3	112.1	24.3	27.3	0.809	0.393	2.5	289.9	280.0	210.0	-2.3	2.06
283	189.9	2.3	115.1	23.8	27.4	0.813	0.395	2.5	289.5	283.0	212.5	-2.3	2.11
284	189.8	2.3	116.1	23.6	27.4	0.814	0.396	2.5	289.3	284.0	213.4	-2.3	2.13
285	189.7	2.3	117.1	23.5	27.4	0.815	0.397	2.5	289.2	285.0	214.2	-2.3	2.14
286	189.6	2.3	118.1	23.3	27.5	0.816	0.397	2.5	289.1	286.0	215.1	-2.3	2.16
287	189.6	2.3	119.1	23.1	27.5	0.817	0.398	2.5	288.9	287.0	215.9	-2.3	2.17
288	189.5	2.3	120.1	22.9	27.5	0.818	0.399	2.4	288.8	288.0	216.8	-2.3	2.19
289	189.4	2.3	121.0	22.7	27.6	0.819	0.399	2.4	288.6	289.0	217.6	-2.3	2.21
290	189.4	2.3	122.0	22.5	27.6	0.820	0.400	2.4	288.5	290.0	218.5	-2.3	2.23
291	189.3	2.3	123.0	22.3	27.6	0.822	0.400	2.4	288.3	291.0	219.3	-2.3	2.24
292	189.2	2.3	124.0	22.1	27.7	0.823	0.401	2.4	288.2	292.0	220.2	-2.3	2.26
293	189.1	2.3	124.9	21.9	27.7	0.824	0.402	2.4	288.0	293.0	221.1	-2.3	2.28
294	189.1	2.3	125.9	21.7	27.7	0.825	0.402	2.4	287.9	294.0	221.9	-2.3	2.30
295	189.0	2.2	126.9	21.4	27.8	0.826	0.403	2.4	287.7	295.0	222.8	-2.3	2.32
296	188.9	2.2	127.8	21.2	27.8	0.827	0.404	2.4	287.6	296.0	223.6	-2.3	2.34
297	188.8	2.2	128.8	21.0	27.8	0.829	0.404	2.4	287.5	297.0	224.5	-2.3	2.36
300	188.6	2.2	131.7	20.2	27.9	0.832	0.406	2.4	287.0	300.0	227.0	-2.3	2.42
305	188.3	2.2	136.4	18.9	28.1	0.839	0.409	2.3	286.3	305.0	231.3	-2.2	2.54
310	187.9	2.1	141.0	17.5	28.3	0.845	0.413	2.3	285.6	310.0	235.6	-2.2	2.66

Year	N
2007	4
2008	10
2009	11
2010	9
2011	14
2012	6
2013	15
2014	8
2015	9
2016	14
2017	18
2018	8
Total	126



#0323XCB xi Coronae Borealids α=244.8, δ=31.1, λs=294.5

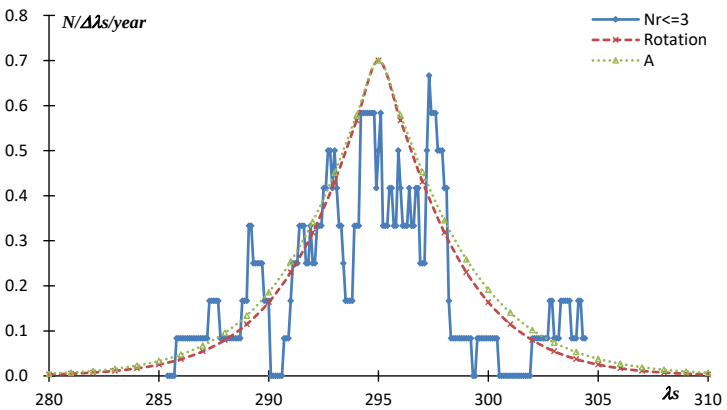




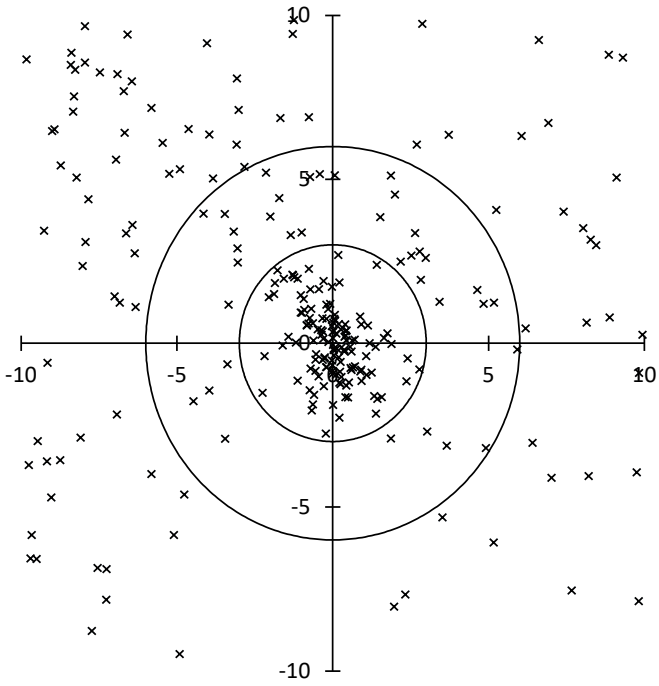
Code	λs	λ-λs	β
XCB03	295	305.3	51.1
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	294.5	7	
DR3	298.5	4.5	
DR10	294.5	14.2	
DR15	294.5	16.1	

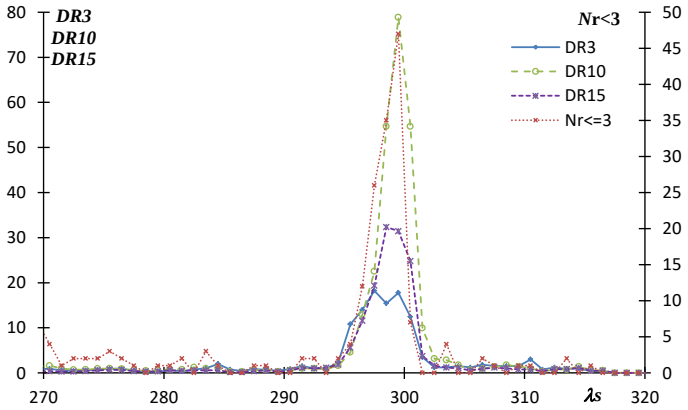
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
285	304.5	51.3	241.4	31.8	45.1	0.770	0.795	78.8	124.1	285.0	88.9	54.3	3.45
286	304.7	51.3	242.3	31.6	45.2	0.776	0.795	78.7	124.1	286.0	89.9	54.3	3.54
287	304.9	51.3	243.1	31.4	45.2	0.782	0.794	78.6	124.1	287.0	90.8	54.3	3.63
288	305.1	51.3	244.0	31.2	45.3	0.788	0.793	78.6	124.1	288.0	91.7	54.2	3.73
289	305.3	51.3	244.8	31.0	45.3	0.794	0.793	78.5	124.2	289.0	92.7	54.2	3.84
290	305.5	51.4	245.7	30.8	45.3	0.800	0.792	78.5	124.2	290.0	93.6	54.1	3.95
291	305.7	51.4	246.5	30.6	45.4	0.806	0.791	78.4	124.2	291.0	94.5	54.1	4.07
292	305.9	51.4	247.4	30.4	45.4	0.812	0.791	78.3	124.2	292.0	95.5	54.1	4.20
293	306.1	51.4	248.2	30.3	45.4	0.818	0.790	78.3	124.2	293.0	96.4	54.0	4.34
294	306.3	51.4	249.1	30.1	45.5	0.824	0.789	78.2	124.3	294.0	97.3	54.0	4.48
295	306.5	51.4	249.9	30.0	45.5	0.830	0.789	78.2	124.3	295.0	98.2	54.0	4.64
296	306.7	51.4	250.8	29.8	45.6	0.836	0.788	78.1	124.3	296.0	99.2	53.9	4.81
297	306.9	51.4	251.6	29.7	45.6	0.842	0.788	78.0	124.3	297.0	100.1	53.9	4.99
298	307.1	51.5	252.5	29.5	45.6	0.848	0.787	78.0	124.3	298.0	101.0	53.9	5.19
299	307.3	51.5	253.3	29.4	45.7	0.855	0.786	77.9	124.4	299.0	102.0	53.8	5.41
300	307.5	51.5	254.2	29.3	45.7	0.861	0.786	77.9	124.4	300.0	102.9	53.8	5.64
301	307.7	51.5	255.0	29.2	45.7	0.867	0.785	77.8	124.4	301.0	103.8	53.8	5.90
302	307.9	51.5	255.9	29.0	45.8	0.873	0.785	77.7	124.4	302.0	104.8	53.7	6.18
303	308.2	51.5	256.7	28.9	45.8	0.879	0.784	77.7	124.4	303.0	105.7	53.7	6.49
304	308.4	51.5	257.6	28.8	45.9	0.885	0.784	77.6	124.4	304.0	106.6	53.7	6.84
305	308.6	51.5	258.4	28.8	45.9	0.892	0.783	77.6	124.5	305.0	107.6	53.6	7.23

Year	N
2007	1
2008	0
2009	6
2010	8
2011	2
2012	3
2013	3
2014	2
2015	3
2016	2
2017	5
2018	1
Total	36



#0341XUM January xi Ursae Majorids α=169.0, δ=33.0, λs=300.6

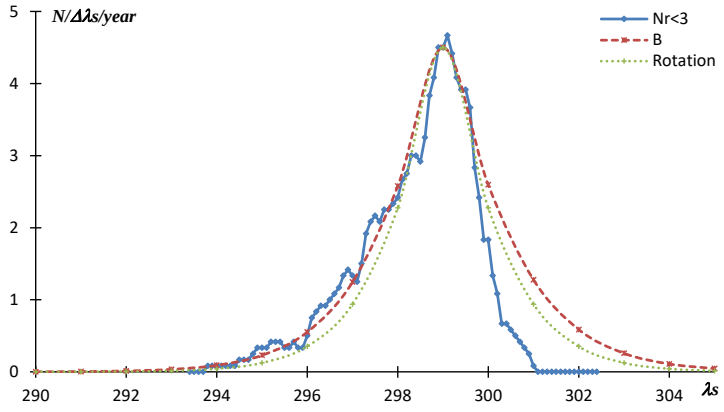




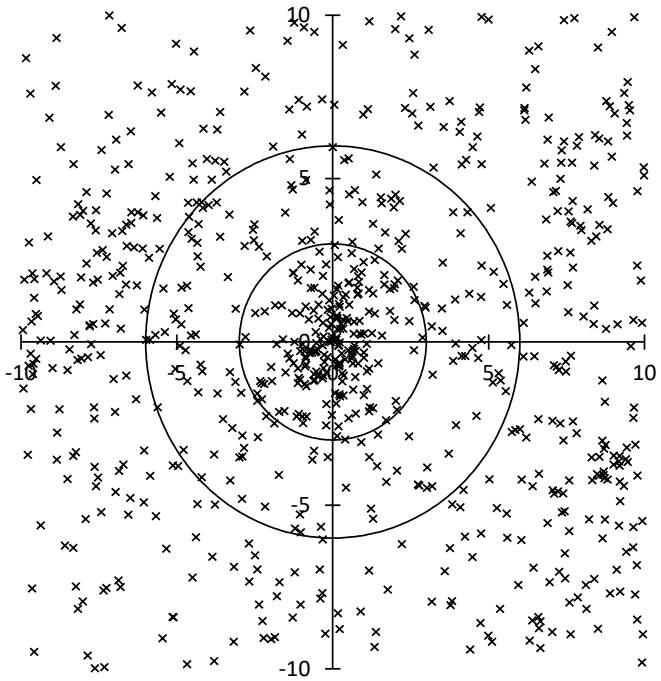
Code	λs	λ-λs	β
XUM02	298	217.9	25.7
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	299.5	47	
DR3	297.5	18.2	
DR10	299.5	78.9	
DR15	298.5	32.3	

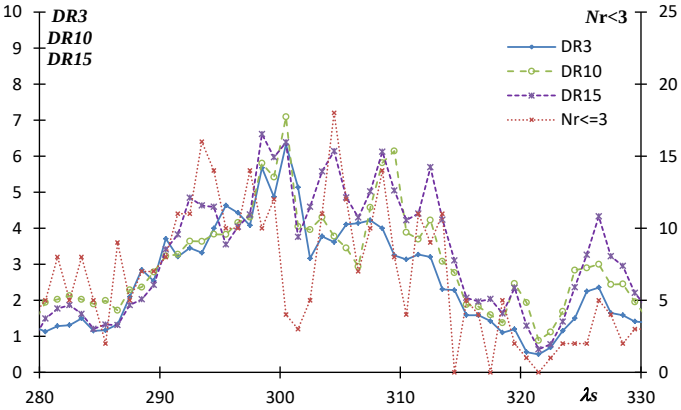
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λΠ	βΠ	a
290	221.5	26.7	164.8	35.6	43.4	0.850	0.237	76.7	310.7	290.0	275.0	-47.6	1.58
291	221.1	26.6	165.4	35.2	43.1	0.851	0.234	75.7	311.1	291.0	275.2	-46.9	1.57
292	220.7	26.4	165.9	34.9	42.9	0.852	0.231	74.6	311.5	292.0	275.3	-46.2	1.56
293	220.3	26.3	166.4	34.5	42.6	0.853	0.229	73.5	311.9	293.0	275.5	-45.5	1.55
294	219.9	26.2	167.0	34.2	42.3	0.853	0.226	72.4	312.3	294.0	275.6	-44.9	1.54
295	219.5	26.1	167.5	33.8	42.0	0.854	0.224	71.3	312.6	295.0	275.8	-44.2	1.53
296	219.1	25.9	168.0	33.5	41.8	0.854	0.222	70.2	312.9	296.0	276.0	-43.6	1.52
297	218.8	25.8	168.6	33.1	41.5	0.854	0.220	69.1	313.2	297.0	276.2	-42.9	1.51
298	218.4	25.7	169.1	32.8	41.2	0.855	0.219	68.0	313.5	298.0	276.5	-42.3	1.50
299	218.0	25.6	169.6	32.4	40.9	0.855	0.217	66.9	313.7	299.0	276.7	-41.7	1.49
300	217.6	25.4	170.2	32.1	40.7	0.855	0.216	65.8	313.9	300.0	276.9	-41.1	1.49
301	217.2	25.3	170.7	31.7	40.4	0.859	0.201	68.9	316.2	301.0	281.9	-40.2	1.43
302	216.9	25.2	171.2	31.3	40.1	0.855	0.214	63.6	314.3	302.0	277.5	-39.9	1.47
303	216.5	25.0	171.7	31.0	39.8	0.854	0.213	62.5	314.5	303.0	277.8	-39.3	1.46
304	216.1	24.9	172.3	30.6	39.6	0.854	0.213	61.3	314.6	304.0	278.1	-38.7	1.46
305	215.7	24.8	172.8	30.2	39.3	0.854	0.212	60.2	314.7	305.0	278.4	-38.1	1.45

Year	N
2007	4
2008	7
2009	10
2010	15
2011	8
2012	8
2013	26
2014	12
2015	9
2016	8
2017	11
2018	15
Total	133



#0530ECV eta Corvids α=193.8, δ=-17.0, λs=303

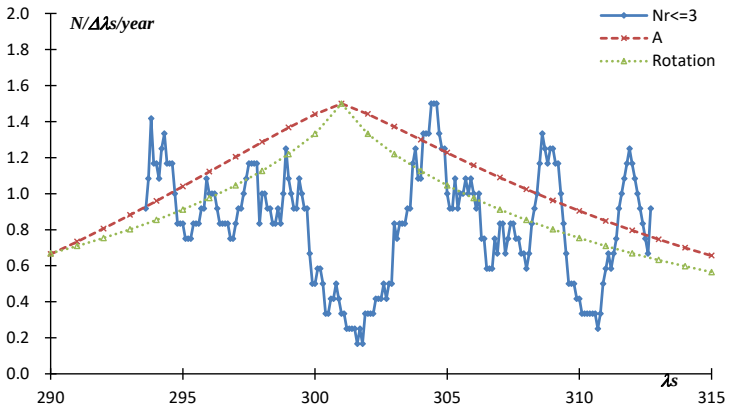




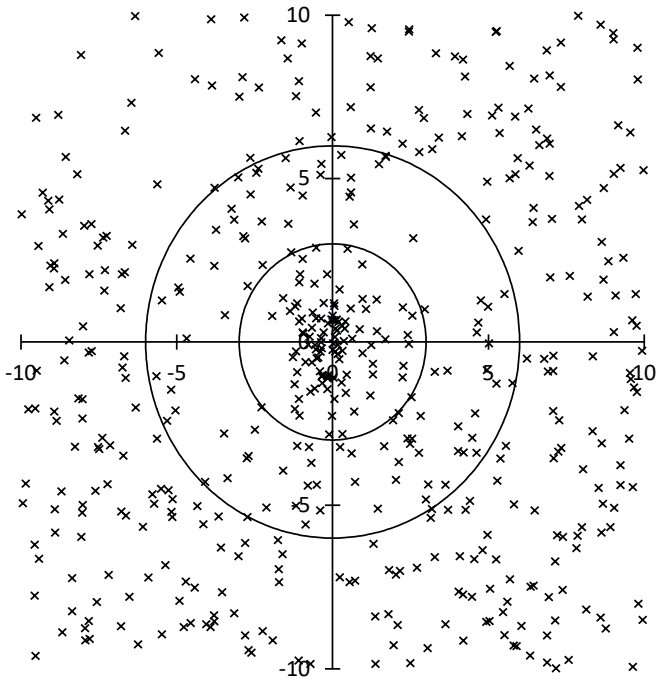
Code	λs	λ-λs	β
ECV03	303.3	255.3	-11.5
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	304.5	18	
DR3	300.5	6.3	
DR10	300.5	7.1	
DR15	298.5	6.6	

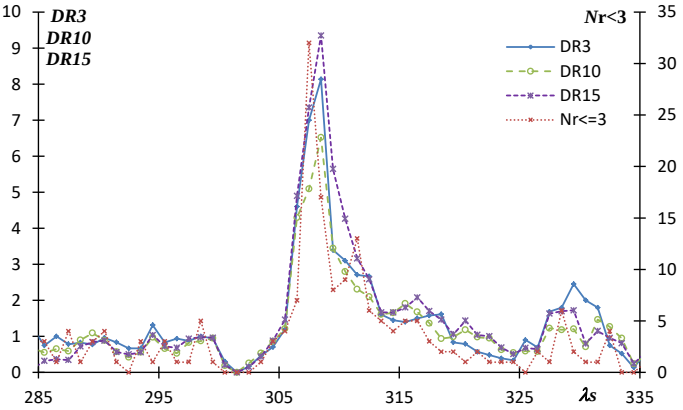
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
285	259.1	-15.0	177.6	-15.4	67.3	0.780	0.875	152.5	41.4	105.0	66.9	17.8	3.97
290	258.1	-14.1	181.7	-16.1	67.4	0.788	0.855	154.0	45.2	110.0	67.8	18.1	4.03
293	257.5	-13.5	184.1	-16.5	67.4	0.794	0.843	155.0	47.4	113.0	68.4	18.2	4.08
294	257.3	-13.3	184.9	-16.7	67.4	0.796	0.838	155.3	48.2	114.0	68.6	18.2	4.11
295	257.1	-13.1	185.8	-16.8	67.5	0.798	0.834	155.6	48.9	115.0	68.8	18.1	4.13
296	256.9	-12.9	186.6	-17.0	67.5	0.800	0.830	155.9	49.6	116.0	69.0	18.1	4.16
297	256.7	-12.7	187.4	-17.1	67.5	0.803	0.826	156.2	50.3	117.0	69.2	18.1	4.19
298	256.5	-12.6	188.3	-17.2	67.5	0.805	0.821	156.5	51.0	118.0	69.4	18.0	4.22
299	256.3	-12.4	189.1	-17.4	67.5	0.808	0.817	156.8	51.7	119.0	69.7	18.0	4.26
300	256.1	-12.2	189.9	-17.5	67.5	0.811	0.812	157.2	52.4	120.0	69.9	17.9	4.29
301	255.9	-12.0	190.7	-17.7	67.6	0.814	0.808	157.5	53.1	121.0	70.1	17.8	4.33
302	255.7	-11.8	191.6	-17.8	67.6	0.816	0.803	157.8	53.7	122.0	70.4	17.7	4.38
303	255.5	-11.6	192.4	-17.9	67.6	0.819	0.799	158.1	54.4	123.0	70.6	17.6	4.42
304	255.3	-11.4	193.3	-18.1	67.6	0.822	0.795	158.4	55.1	124.0	70.9	17.5	4.47
305	255.1	-11.2	194.1	-18.2	67.6	0.825	0.790	158.8	55.7	125.0	71.2	17.4	4.52
306	254.9	-11.0	194.9	-18.3	67.6	0.829	0.786	159.1	56.4	126.0	71.5	17.3	4.58
307	254.7	-10.8	195.8	-18.5	67.7	0.832	0.781	159.4	57.0	127.0	71.7	17.2	4.64
308	254.5	-10.6	196.6	-18.6	67.7	0.835	0.777	159.7	57.6	128.0	72.0	17.0	4.71
310	254.1	-10.3	198.3	-18.8	67.7	0.842	0.768	160.4	58.9	130.0	72.6	16.7	4.85
315	253.1	-9.3	202.6	-19.5	67.8	0.860	0.745	162.1	61.9	135.0	74.3	15.8	5.30
320	252.1	-8.3	206.9	-20.0	67.9	0.879	0.722	163.8	64.7	140.0	76.2	14.6	5.95

Year	N
2007	8
2008	9
2009	13
2010	38
2011	12
2012	14
2013	15
2014	18
2015	16
2016	16
2017	17
2018	25
Total	201



#0429ACB alpha Coronae Borealids α=233.282,δ=27.007, λs=309.890

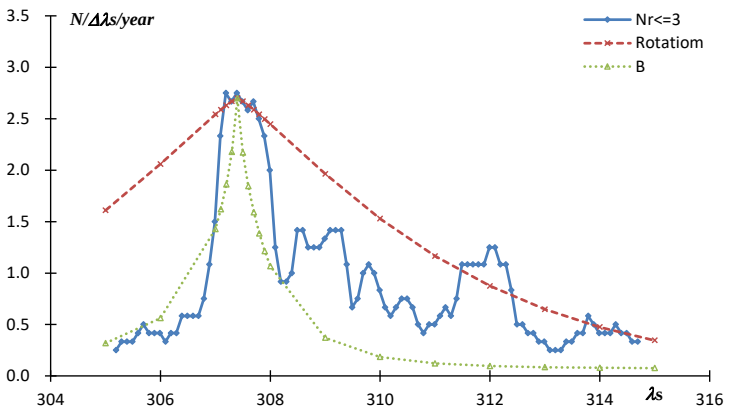




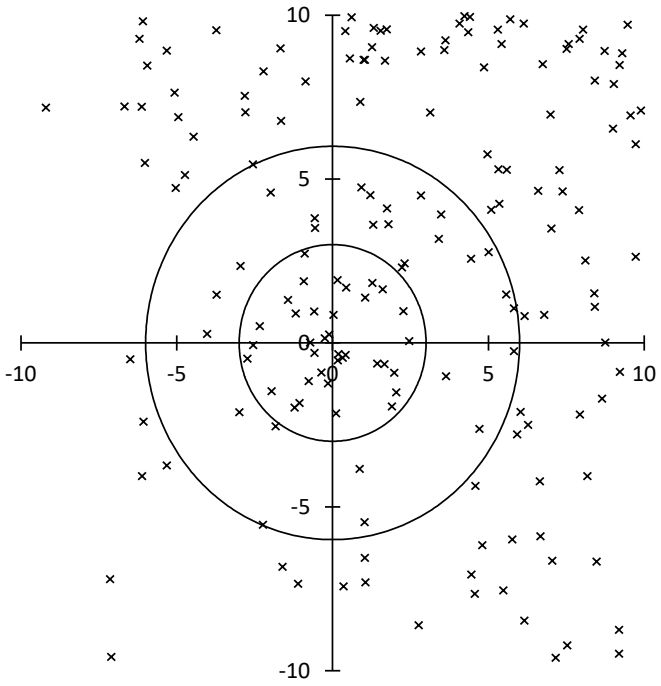
Code	λs	λ-λs	β
ACB00	309.89	271.8	44.5
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	307.5	32	
DR3	308.5	8.1	
DR10	308.5	6.5	
DR15	308.5	9.3	

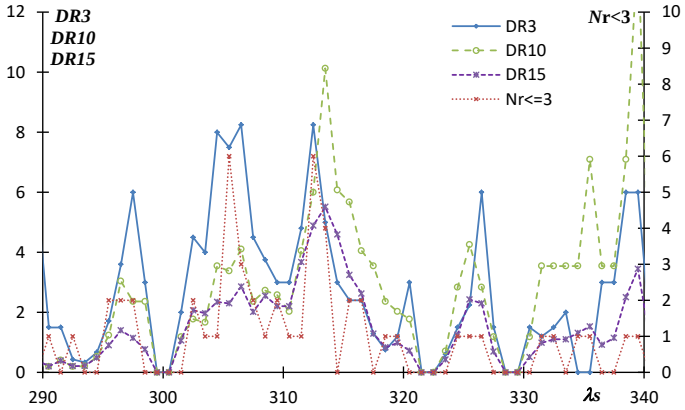
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
300	267.0	48.0	224.0	34.2	53.4	0.787	0.982	97.7	185.6	300.0	119.2	-5.5	4.60
301	267.6	47.6	224.9	33.3	53.8	0.797	0.983	98.6	184.4	301.0	120.3	-4.3	4.84
302	268.2	47.2	225.9	32.5	54.2	0.808	0.984	99.4	183.1	302.0	121.5	-3.1	5.12
303	268.8	46.7	226.8	31.6	54.7	0.819	0.984	100.2	181.9	303.0	122.7	-1.9	5.45
304	269.4	46.3	227.8	30.8	55.1	0.831	0.984	101.1	180.7	304.0	123.9	-0.7	5.83
305	269.9	45.9	228.8	30.0	55.5	0.843	0.984	101.9	179.5	305.0	125.1	0.5	6.28
306	270.5	45.4	229.8	29.2	55.9	0.856	0.984	102.7	178.3	306.0	126.4	1.6	6.84
307	271.1	45.0	230.7	28.4	56.4	0.869	0.984	103.6	177.2	307.0	127.7	2.7	7.52
308	271.6	44.6	231.7	27.6	56.8	0.883	0.984	104.4	176.0	308.0	129.0	3.9	8.38
309	272.1	44.1	232.7	26.8	57.2	0.897	0.983	105.2	174.9	309.0	130.4	5.0	9.50
310	272.7	43.7	233.7	26.0	57.6	0.911	0.982	106.0	173.7	310.0	131.7	6.0	11.02
311	273.2	43.2	234.7	25.2	58.1	0.926	0.981	106.8	172.6	311.0	133.2	7.1	13.20
312	273.7	42.7	235.7	24.4	58.5	0.797	0.979	82.2	170.3	312.0	130.7	9.6	4.82
313	274.2	42.3	236.7	23.7	58.9	0.957	0.979	108.5	170.4	313.0	136.1	9.1	22.54
314	274.7	41.8	237.7	22.9	59.3	0.973	0.977	109.3	169.3	314.0	137.6	10.1	35.75
315	275.2	41.4	238.7	22.2	59.8	0.989	0.975	110.1	168.2	315.0	139.1	11.1	90.19
316	275.7	40.9	239.8	21.4	60.2	1.006	0.974	110.9	167.2	316.0	140.7	12.0	-158.94
317	276.1	40.4	240.8	20.7	60.6	1.023	0.972	111.7	166.1	317.0	142.2	12.9	-41.36
318	276.6	40.0	241.8	19.9	61.0	1.041	0.969	112.5	165.1	318.0	143.8	13.7	-23.49
319	277.1	39.5	242.9	19.2	61.5	1.059	0.967	113.3	164.1	319.0	145.4	14.6	-16.26
320	277.5	39.0	243.9	18.5	61.9	1.078	0.964	114.1	163.1	320.0	147.1	15.4	-12.35

Year	N
2007	5
2008	4
2009	14
2010	8
2011	17
2012	8
2013	8
2014	14
2015	7
2016	3
2017	6
2018	12
Total	106



#0110AAN alpha Antliids α=140, δ=-10, λs=313.1

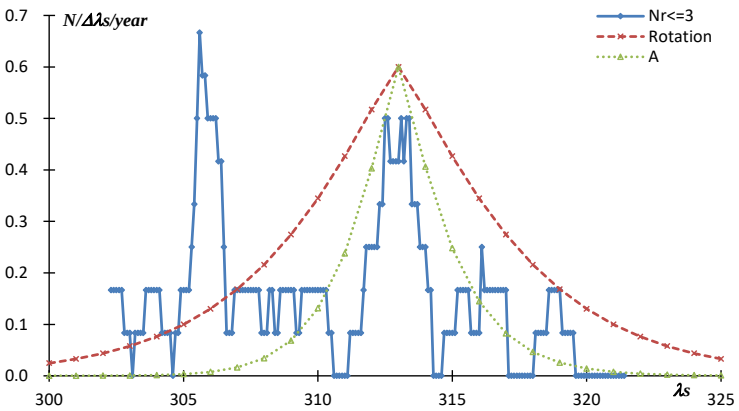




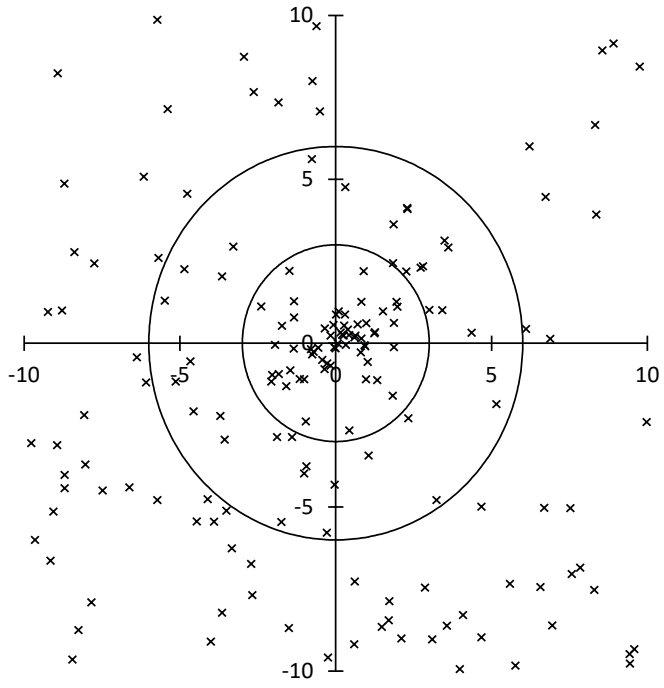
Code	λs	λ-λs	β
AAN04	312	210.6	-17.7
Δr=	3		
Δλs=	10		
	λs	max	
Nr<=3	305.5	6	
DR3	306.5	8.2	
DR10	313.5	10.1	
DR15	313.5	5.5	

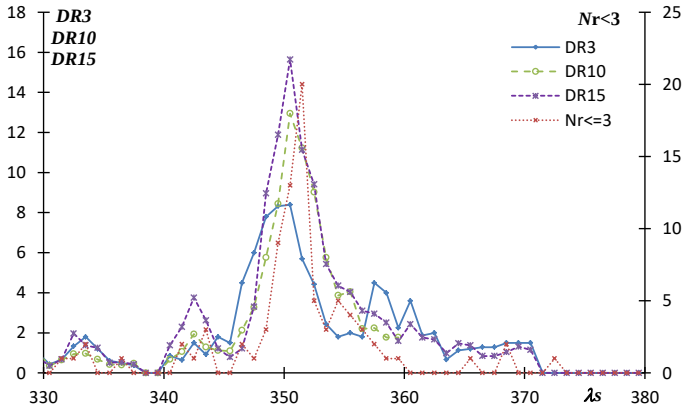
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
300	211.0	-16.7	147.2	-4.5	44.0	0.960	0.130	55.8	140.6	120.0	275.2	31.6	3.23
301	211.0	-16.7	148.0	-4.9	44.0	0.960	0.131	55.9	140.4	121.0	276.2	31.8	3.26
302	211.0	-16.8	148.9	-5.3	44.0	0.960	0.131	56.0	140.3	122.0	277.1	32.0	3.28
303	210.9	-16.9	149.7	-5.7	44.1	0.960	0.132	56.1	140.1	123.0	278.0	32.2	3.31
304	210.9	-17.0	150.6	-6.1	44.1	0.960	0.133	56.2	139.9	124.0	278.9	32.4	3.33
305	210.9	-17.0	151.5	-6.5	44.1	0.960	0.134	56.3	139.7	125.0	279.8	32.6	3.36
306	210.9	-17.1	152.3	-6.9	44.1	0.960	0.135	56.5	139.5	126.0	280.8	32.7	3.39
307	210.9	-17.2	153.2	-7.3	44.1	0.960	0.136	56.6	139.4	127.0	281.7	32.9	3.42
308	210.8	-17.3	154.0	-7.8	44.2	0.960	0.137	56.7	139.2	128.0	282.6	33.1	3.45
309	210.8	-17.3	154.8	-8.2	44.2	0.960	0.138	56.8	139.0	129.0	283.5	33.3	3.48
310	210.8	-17.4	155.7	-8.6	44.2	0.960	0.139	56.9	138.8	130.0	284.4	33.5	3.51
311	210.8	-17.5	156.5	-9.0	44.2	0.960	0.140	57.0	138.6	131.0	285.4	33.7	3.54
312	210.8	-17.6	157.4	-9.5	44.3	0.960	0.141	57.1	138.4	132.0	286.3	33.9	3.57
313	210.7	-17.6	158.2	-9.9	44.3	0.960	0.143	57.2	138.2	133.0	287.2	34.0	3.61
314	210.7	-17.7	159.1	-10.3	44.3	0.961	0.144	57.3	138.1	134.0	288.1	34.2	3.64
315	210.7	-17.8	159.9	-10.8	44.3	0.961	0.145	57.4	137.9	135.0	289.0	34.4	3.67
316	210.7	-17.9	160.8	-11.2	44.4	0.961	0.146	57.5	137.7	136.0	289.9	34.6	3.71
317	210.7	-17.9	161.6	-11.6	44.4	0.961	0.147	57.6	137.5	137.0	290.9	34.8	3.75
318	210.6	-18.0	162.5	-12.1	44.4	0.961	0.148	57.7	137.3	138.0	291.8	35.0	3.78
319	210.6	-18.1	163.3	-12.5	44.4	0.961	0.149	57.8	137.1	139.0	292.7	35.2	3.82
320	210.6	-18.2	164.1	-13.0	44.4	0.961	0.150	57.9	136.9	140.0	293.6	35.4	3.86

Year	N
2007	0
2008	0
2009	4
2010	6
2011	5
2012	7
2013	3
2014	1
2015	1
2016	3
2017	6
2018	0
Total	36



#0346XHE x Herculids α=254, δ=48, λs=352

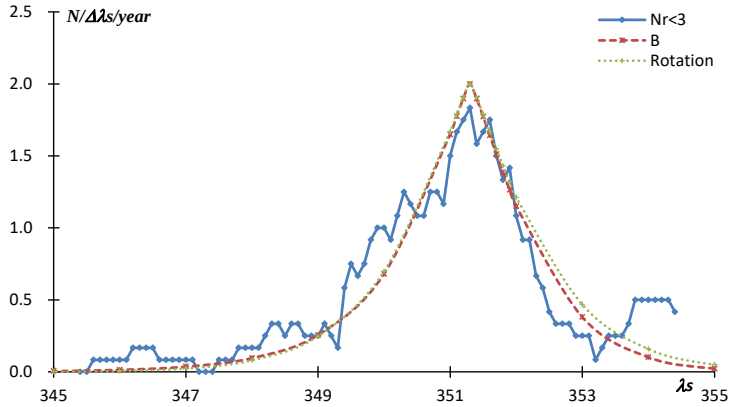




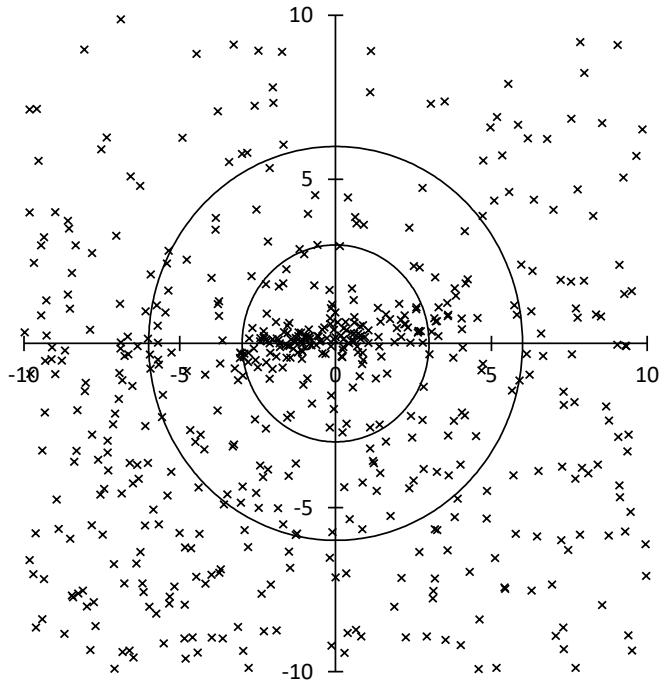
Code	λs	λ-λs	β
XHE01	350	244.9	70.6
Δr=	3		
Δλs=	5		
	λs	max	
Nr<=3	351.5	20	
DR3	350.5	8.4	
DR10	350.5	12.9	
DR15	350.5	15.6	

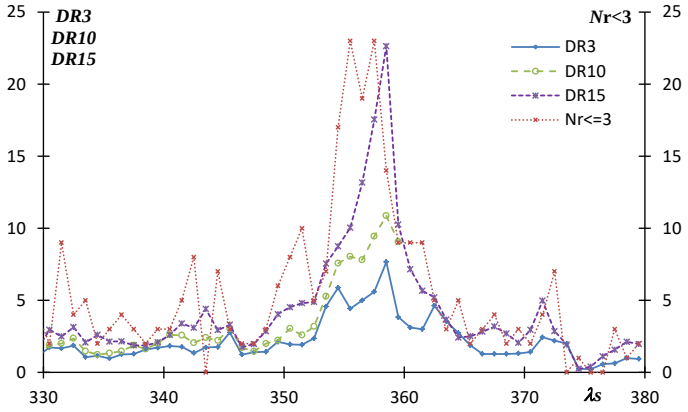
λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
345	240.9	70.1	248.4	50.0	36.8	0.789	0.969	61.1	198.5	345.0	174.2	-16.1	4.59
346	241.8	70.2	249.4	49.7	36.6	0.771	0.971	61.0	198.0	346.0	175.0	-15.7	4.24
347	242.7	70.2	250.3	49.5	36.4	0.753	0.973	60.9	197.6	347.0	175.8	-15.3	3.94
348	243.7	70.2	251.3	49.3	36.1	0.736	0.974	60.7	197.1	348.0	176.6	-14.9	3.69
349	244.6	70.3	252.2	49.1	35.9	0.718	0.976	60.6	196.7	349.0	177.4	-14.5	3.46
350	245.6	70.3	253.2	48.9	35.7	0.701	0.977	60.5	196.2	350.0	178.1	-14.0	3.27
351	246.5	70.3	254.1	48.7	35.5	0.684	0.978	60.3	195.7	351.0	178.9	-13.6	3.09
351.1	246.6	70.3	254.2	48.7	35.5	0.682	0.979	60.3	195.7	351.1	179.0	-13.6	3.08
351.2	246.7	70.4	254.3	48.7	35.4	0.680	0.979	60.3	195.6	351.2	179.1	-13.5	3.06
351.3	246.8	70.4	254.4	48.6	35.4	0.679	0.979	60.3	195.6	351.3	179.2	-13.5	3.05
351.4	246.9	70.4	254.5	48.6	35.4	0.677	0.979	60.3	195.5	351.4	179.2	-13.4	3.03
351.5	247.0	70.4	254.6	48.6	35.4	0.675	0.979	60.3	195.5	351.5	179.3	-13.4	3.02
351.6	247.1	70.4	254.7	48.6	35.4	0.674	0.979	60.3	195.4	351.6	179.4	-13.3	3.00
351.7	247.2	70.4	254.8	48.6	35.3	0.672	0.979	60.2	195.4	351.7	179.5	-13.3	2.98
351.8	247.3	70.4	254.9	48.5	35.3	0.670	0.980	60.2	195.3	351.8	179.5	-13.2	2.97
351.9	247.4	70.4	255.0	48.5	35.3	0.668	0.980	60.2	195.3	351.9	179.6	-13.2	2.96
352	247.5	70.4	255.1	48.5	35.3	0.667	0.980	60.2	195.2	352.0	179.7	-13.2	2.94
353	248.4	70.4	256.0	48.3	35.0	0.650	0.981	60.1	194.7	353.0	180.5	-12.7	2.80
354	249.4	70.4	257.0	48.2	34.8	0.633	0.983	59.9	194.2	354.0	181.2	-12.2	2.68
355	250.3	70.4	257.9	48.0	34.6	0.617	0.984	59.8	193.6	355.0	182.0	-11.7	2.57
360	255.1	70.4	262.7	47.3	33.5	0.536	0.990	58.9	190.7	0.0	185.6	-9.2	2.13

Year	N
2007	4
2008	0
2009	7
2010	1
2011	8
2012	3
2013	6
2014	4
2015	10
2016	2
2017	4
2018	12
Total	61



#0011EVI eta Virginids α=182.1, δ=2.6, λs=354 注釈を読む

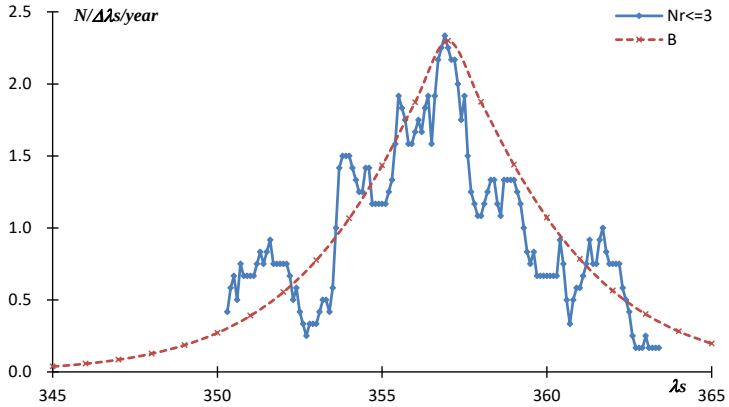




Code	λs	λ-λs	β
EVI02	357	185.9	5.5
Δr=	3		
Δλs=	7		
	λs	max	
Nr<=3	355.5	23	
DR3	358.5	7.7	
DR10	358.5	10.9	
DR15	358.5	22.6	

λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
345	192.8	4.3	179.7	4.8	30.1	0.850	0.331	5.5	296.8	345.0	281.9	-4.9	2.21
346	192.3	4.3	180.1	4.7	29.9	0.847	0.340	5.5	295.6	346.0	281.7	-4.9	2.23
347	191.7	4.4	180.6	4.6	29.6	0.844	0.350	5.4	294.4	347.0	281.5	-4.9	2.25
348	191.2	4.5	181.1	4.4	29.4	0.841	0.360	5.4	293.3	348.0	281.4	-5.0	2.27
349	190.7	4.6	181.6	4.3	29.1	0.839	0.369	5.4	292.1	349.0	281.2	-5.0	2.29
350	190.2	4.6	182.0	4.2	28.9	0.836	0.379	5.4	291.0	350.0	281.1	-5.0	2.31
351	189.7	4.7	182.5	4.1	28.6	0.833	0.389	5.3	289.8	351.0	280.9	-5.0	2.33
352	189.2	4.8	183.0	3.9	28.3	0.830	0.398	5.3	288.7	352.0	280.8	-5.0	2.35
353	188.7	4.9	183.4	3.8	28.1	0.828	0.408	5.3	287.6	353.0	280.6	-5.0	2.37
354	188.1	4.9	183.9	3.7	27.8	0.825	0.418	5.2	286.4	354.0	280.5	-5.0	2.38
355	187.6	5.0	184.4	3.5	27.6	0.822	0.427	5.2	285.3	355.0	280.4	-5.0	2.40
356	187.1	5.1	184.9	3.4	27.3	0.819	0.437	5.2	284.2	356.0	280.2	-5.0	2.42
357	186.6	5.1	185.3	3.3	27.0	0.817	0.447	5.2	283.1	357.0	280.1	-5.0	2.44
358	186.1	5.2	185.8	3.2	26.8	0.814	0.456	5.1	281.9	358.0	280.0	-5.0	2.45
359	185.5	5.3	186.3	3.0	26.5	0.811	0.466	5.1	280.8	359.0	279.9	-5.0	2.47
360	185.0	5.4	186.7	2.9	26.3	0.808	0.476	5.1	279.7	0.0	279.8	-5.0	2.48
361	184.5	5.4	187.2	2.8	26.0	0.806	0.485	5.0	278.6	1.0	279.7	-5.0	2.49
362	184.0	5.5	187.7	2.7	25.8	0.803	0.495	5.0	277.5	2.0	279.6	-5.0	2.51
363	183.5	5.6	188.1	2.5	25.5	0.800	0.504	5.0	276.4	3.0	279.5	-4.9	2.52
364	183.0	5.6	188.6	2.4	25.2	0.797	0.513	4.9	275.4	4.0	279.4	-4.9	2.53
365	182.4	5.7	189.1	2.3	25.0	0.794	0.523	4.9	274.3	5.0	279.3	-4.9	2.54

Year	N
2007	3
2008	0
2009	45
2010	16
2011	2
2012	2
2013	24
2014	15
2015	1
2016	5
2017	37
2018	11
Total	161



流星群データ集への注釈

本稿で取り上げた流星群のうち、特に注意が必要な 4 群については、少し詳しく解説する。また、図表に説明が必要と思われるものについても補足する。

#0027KSE

シュミットカメラの観測から指摘された‘κ-Serpentids‘とは異なる活動である。

#0021AVB

元来の’α-Virginids’は Harvard の写真観測によるものであるが、この活動はまったくそれと異なり、別の名称を与えることがふさわしい。

#0343HVI

この群も EVI 同様に、年変化が明瞭に認められる。

#0372PPS

IAUMDC のリストでは極大が太陽黄経 4~109.6 と大きく異なっている。ここでは太陽黄経 94 度付近の活動 PPS_0 と太陽黄経 108 度付近の活動 PPS_1 に分けた。

#0165SZC

SZC0 と SZC1 は太陽黄経 80 度付近を極大としているが、これらに該当する活動は見られない。DR3 は中心から 3~6 度の範囲の輻射点数が少ないために算出できない。また、中心から 3 度以内の「群流星」と判定される数も少なく、*N/Δλs/year* は最大で 1 以下である。

#0164NZC

IAUMDC の最初に掲げられているのは Havard の電波観測であるが、現在、ビデオで捉えられているのは、それよりも半月後に活動する別群である。周囲の活動も活発で散在流星との区別は難しい。

#0444ZCS

太陽黄経 117 度以降はペルセウス群の影響を大きく受けて活動曲線を正確に描くことは困難であるが、活動度推定のグラフからは太陽黄経 120 度で終息していると考えられる。

#0183PAU

ここに示した活動は、以前に「みなみのうお群」と呼ばれていた 7 月末に活動するとされてきたものとは別と考えられる。現在、旧来の「みなみのうお群」の活動は認められない。

#0007PER

活動の前半は一般的に推定される活動曲線から外れ、流星群の構造が 2 層だと推測される。

#0012KCG, #0197AUD(ZDR), AXD

SonotaCo ネットは AXD を KCG と判定しており、EDMOND の群判定は SonotaCo ネットのものを引き継いでいるので同様である。一方、CAMS は AXD の活動を AUD の一部としている。このように状況は複雑である（図 1 参照）。

このように、流星群データ集の各ページで、KCG の輻射点分布の右側が AXD である。反対に AXD の輻射

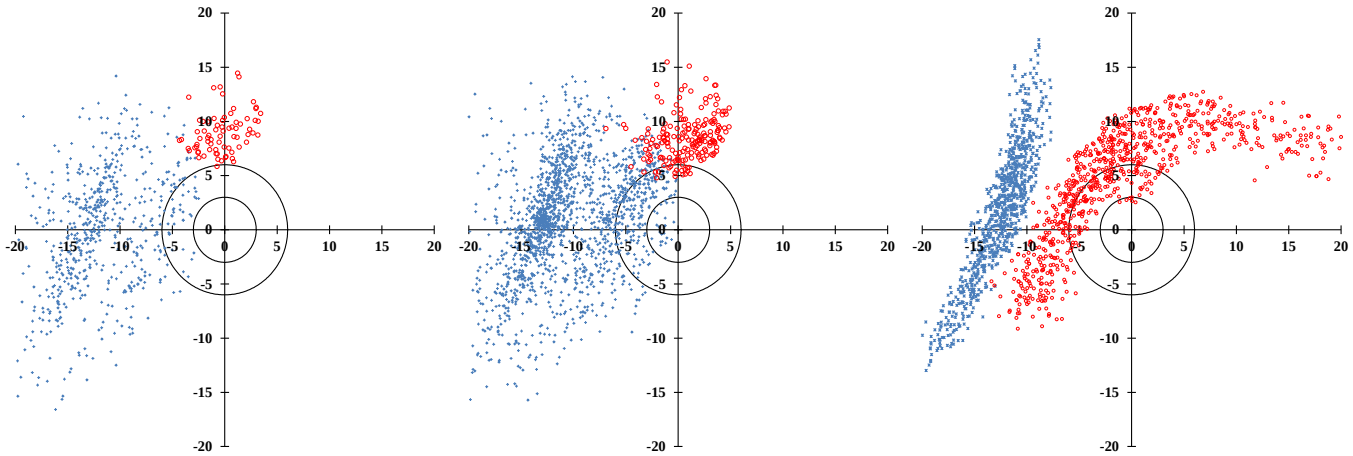


図 1 左から SonotaCo ネット、EDMOND、CAMS による KCG(+)と ZDR(○)の輻射点分布。

点分布の左側に見えているのが KCG であり、仮称 AXD(August ξ-Draconids)の上側にあるのが AUD(ZDR)である。

実はここで ZDR と呼んでいるのには根拠があり、AXD の輻射点分布で上側に見えている活動については IAUMDC で AUD と名付けられるより先に、Terentjeva、Lindblad によりζ-Draconids(ZDR)と呼称されていた。それにもかかわらず、Jenniskens が別に#0073ZDR という群を設定し、Rendtel が単点のビデオ観測から求めた活動がそれを引き継いでいる。この単点観測によって見出された活動は SonotaCo ネットではまったく確認できない。

IAUMDC で AUD は「確定群」とされている。Harvard の電波観測を CAMS のビデオ観測で確認したとされているが、Harvard の電波観測と CAMS のデータには極大期、地心速度の違いがかなりあることから別物と考えた方がよい（Harvard の観測自体も散在流星と判別が困難な程度の活動である）。'AUD'とくくられているが、先に述べたように CAMS の AUD は AXD と別群（ここでは ZDR と呼んでいる）の混成である。

この KCG、AXD、ZDR の活動は SonotaCo ネットだけでなく、EDMOND、CAMS の輻射点分布からも確認される。KCG の観測においてはこれら３つの活動をしっかり区別する必要がある。また、GDR の活動を KCG と混同しないように注意することも重要である。GDR の輻射点は KCG の輻射点移動の推算経路と交差するが、活動期が太陽黄経 125 度前後の２、３日に限られ、地心速度も KCG より数 km/s 速いので注意すれば区別は可能である。

KCG の活動曲線には２つの極大が見られるが、これは恐らく見せかけのものである。残念ながら 2014 年の極大期は天候が悪く、SonotaCo ネットでは観測の空白があるために生じたと考えられる。しかし、EDMOND や CAMS の観測を合わせても極大はそれぞれ異なる太陽黄経になっているので、2021 年の観測では太陽黄経 140~145 度の範囲で注意する必要がある。輻射点域は細長いことに注意する必要がある。

#0026NDA

DR10 或いは DR15 のグラフでは極大が分かるが、Nr<=3 のグラフでは極大がはっきりせず、輻射点の分散具合と併せて、複数の活動が混在している可能性もある。

#0033NIA

７月末から８月にかけて活動するとされていた旧来のものとは全く異なるもので NIA と呼ぶことが適当なのか疑問である。

#0337NUE

太陽黄経 150 度以前で活動が活発になるように見えるのは、#191ERI によるものである。本群は「オリオン群のしっぽ」と呼ばれる活動の一部にあたり、周囲の活動との区別は難しい。

#0081SLY

SLY は２つの異なる活動を含んでいるため、ここでは SLY0 及び SLY2 を SLY0、SLY1 を SLY1 と表記して区別している。

#0023EGE

太陽黄経 210 度以降で DR15 は#8ORI の影響を強く受けている。このため、極大をみるには DR3 または Nr<=3 のグラフを見るほうがよい。

#0002STA

IAUMDC における STA は非常に混乱した状態にある。極大ひとつを取り上げても、太陽黄経 196 度から 224 度まで大きな差がある。それに輪をかけたのが Jenniskens らによる CAMS の報告である。彼らは STA の中に数グループの分枝があると主張している。本稿では最近の筆者の分析に基づいて STA を SE と SF という成分に分解している。SE が先に活動を始めるが、SF は STA 後を追うように活動して、SF の輻射点は SE の輻射点移動に追いつき、重なった状態になる。SE は平年の STA の活動、SF は木星の摂動による共鳴で活発化する活動に相当する。

「おうし群」に関連する#2STA_SE、#2STA_SF、#17NTA、#257ORS の輻射点移動の様子を図 2 に示したので、相互の関係を確認されたい。#256ORN(Northern chi Orionids)は NTA の一部と考えられる。また、太陽黄経 230 度付近の活動を独立の#286FTA として区別する考えもあるが、ここでは FTA を STA_SF の一部としている。

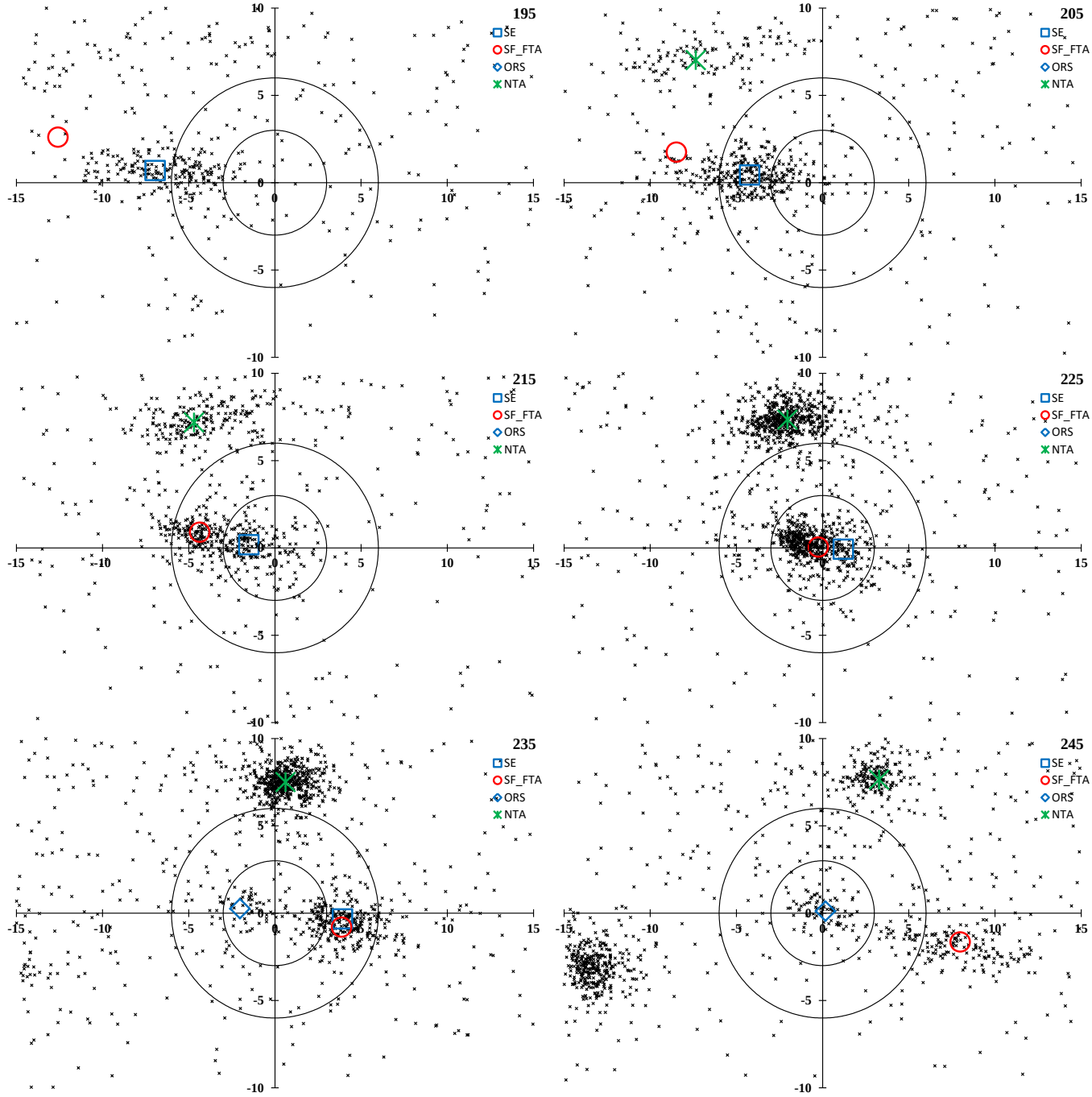


図 2 おうし群の輻射点移動。

#0008ORI

流星群データ集の右下に示したグラフはオリオン群が活発であった 2007~09 年の時期とそれ以降の平年とを比較したものである。

#0018AND

太陽黄経 215~245 度の範囲でかなり長期にわたって活動する。極大は推定方法によって（Nr<=3 か DR のいずれか）差があり、複数の極大をもつかもしれない。輻射点移動は赤経よりも赤緯方向に大きく、過去の大出現当時の輻射点に向かうことが興味深い。

#0017NTA

Nr<=3 のグラフで極大が２つあるように見えるが、DR15 のように補正すると１つになる。STA のような輻射点移動速度の異なる活動は見られていないので、２つの極大は見かけのものであろう。

#0246AMO

活動グラフの右側が急増するのは別群の活動によるもので、従来は突発的で短時間の活動とされてきたが、増減はあるものの毎年捕らえられ、３、４日は出現するようである。

#0340TPY

TPY は２つの異なる活動を含んでいるため、ここでは TPY0、TPY1、TPY2 を TPY0、TPY3 を TPY3 と表記して区別している。

#0020COM

IAUMDC では COM とひとくくりにされているが、削除された DLM(#0032December Leonis Minorids)から旧来の COM を経て JCO(#0090January Comae Berenicids)、さらには FEV(#506February epsilon Virginids)まで活動が続くようにみえる。Super Schmidt の観測により最初に見出されたのは JCO であり、続いて DLM が検出された。両者の類似性から、その間に COM の活動が認められるようになったのである。当時の写真観測は休止期間があり（当時は主要流星群、ふたご群、しぶんぎ群が重要な観測対象であり、その間が観測の休止期間になっていた）、この３者の間には空白期間がある。３者の空白を埋めたのはビデオ観測である。

初期の IAUMDC では DLM は独立した扱いであったが、COM に統合され、DLM は削除されているが、JCO と FEV はそのまま残されている。今回の Nr<=3 と DR の３つのグラフは DLM から FEV までの活動を連続するものとして示している。一方で軌道からの出現数推算では極大までは観測と一致しているが、極大後は観測値の方が大分大きくなっている。これは JCO、FEV 等が別群として活動していることを示すものか、今後の課題である。なお、この群を COM と称するのか、DLM とするのかは議論されていいように思われる。

非常に長期にわたり活動するように見えるが、輻射点移動を考慮すると輻射点の半径は 3 度以下であることがわかる。輻射点分布に見られるように周囲では散在流星の活動も活発である。

#0428DSV

今まで指摘されていなかったが、DSV も COM 同様に非常に長期にわたり活動が連続しているように見える。#500JPV(January phi Virginids)、#513EPV(epsilon Virginids)は DSV の輻射点移動の延長上にあり、本稿では統合して DSV としている。太陽黄経で 245~295 度にわたり、明瞭な極大を見せないまま活動が続く。輻射点分布で右側に見えているのは#502DRV である。

#0335XVI

太陽黄経 256 度付近の活動 XVI0 と 265 度付近の XVI1、XVI2 の 2 つの活動があるのかもしれない。

#0097SCC

SCC は IAUMDC の中での混乱が大きく、同一の活動を指しているとは思われない。ここに掲げたものは、その中で最も輻射点の集中が良いものであるが、活動曲線からは ANT の一部とも思える。

#0096NCC

IAUMDC の中で NCC は報告によりデータがまちまちであり、本稿で示したものは、その中で最も流星群の活動として認められそうなものである。IAUMDC に掲載されている他の NCC はこれ以下の活動レベルであり、そもそも NCC を ANT から区別する必要があるか問題がある。

#0011EVI

輻射点移動を考慮しても輻射点が黄緯線方向にかなり長く伸びている。活動の年変化が明瞭に認められる。

流星群表-----太陽黄経順一覧表と補足(小関正広)

　前回発表した流星群表はページ数が多く、しかも、略記号のアルファベット順であったので、それらの目次にあたる太陽黄経順の一覧表を作成した。また、回帰直線の諸要素を示し、エクセルによるプログラム例を掲げて読者が独自に輻射点移動を計算できるようにした。

　前回の表に#411CAN(c Andromedids)が脱落していたのと、#388CTAの軌道要素に誤りがあったので、追加、訂正を行った。また、#372PPSを２群に分けた場合を追記した。

流星群表-----太陽黄経順一覧表と補足

2020/12/06 改2021/02/13 流星物理セミナー
日本流星研究会　小関正広

１．要旨

前回発表した流星群表はページ数が多く、それらの目次にあたる太陽黄経順の一覧表を作成した。推定される極大のほか、DRmax と Nmax が示す極大も示したので、極大推定の幅がわかる。出現期間もおよその目安として提示した。また、極大時の輻射点と軌道要素しか掲載しない代わりに、回帰直線の諸要素を示し、エクセルによるプログラム例を掲げて読者が独自に輻射点移動の推算値を計算できるようにした。

２．太陽黄経順一覧表

極大の太陽黄経を一義的に決めることは困難である。流星体の大きさによる違いを除いても、DRmax と Nmax の近日点黄経(それぞれλs_DR、λs_N と表記している)では一致しないことが一般的である。DR は散在流星との比による活動度であり、観測条件の変化をある程度軽減できるが、逆に周辺の活動が変化する（別の流星群がある場合等）と真の値から外れてしまう。また、DRmax は近日点黄経 3 度ごと 1 度刻みの移動平均であり、Nmax は 1 度ごと 0.1 度刻みの移動平均である。ここでは、それらを勘案して実際の極大に最も近いと推定される値(λs)を採用して、これの順番に並べている。多くの場合、違いは 1 度以内であるが、大きく異なる場合には注をつけた。

第１表：流星群の基本データ（第１表の横幅が大きくなるので、表はまとめて末尾に掲げた）

DRmax は基本的に DR15 の値であるが、DR3 を用いた場合には数値の前に*、DR10 の場合には#を付している。Nmax は前報で使用したように、2007~18 年の 12 年の平均値であり、極大の日 1 日でおよそ何個の同時流星が捉えられるかを示している。

出現期間(λstart~λend)は DR の値が 2 を超える期間を目安としている。輻射点密度が周囲の 2 倍ということは、輻射点移動の推定中心から 3 度以内で、流星群に属するとみなせる輻射点数と散在流星の輻射点数が等しくなったことを意味する。しかし、活動は年々変化するものであり、表記の期間でも出現が見られないことも、期間外であっても流星群に属するものが出現する可能性もある。あくまでも目安である。活動の年変化については、前報で触れているので、ここでは省略した。

第２表：軌道要素

推定極大(λs)の値に対応する軌道要素を示した。軌道要素の平均ではなく、輻射点移動を計算した上での推算値である。

第３表：回帰直線の諸要素

付録としてエクセルによるプログラム例を示したので、これらの値を用いて独自に輻射点移動また地心速度を推算できる。さらに軌道要素を求めることも可能となるが、輻射点と速度から軌道要素を求める方法はさまざま公表されているのでここでは省略する。

λs、λ-λs、βの値は計算の原点になるもので、極大時のものではないことに注意が必要である。輻射点分布図（前報参照）における輻射点の(*x, y*)座標について太陽黄経による変化を直線近似して *x*=xa*λs*+xb、*y*=ya*λs*+yb、*Vg*=Va*λs*+Vb の形であらわした時の要素を掲げている。

第１図の赤い枠で示したところに必要な数値（３行目の A 欄は任意に設定する）を入力して、３行目の B~Q に付録のプログラムを入力すれば計算できる。$記号は４行目以降の A 欄にさらに数値を入力してオートフィルによって計算するためのものである。

３．補注

#27KSE：登録された当初の活動とここに掲げた活動は別物である。

#21AVB：元来の alpha Virginids とは異なる活動である。

#372PPS：太陽黄経 97 度付近と太陽黄経 108 度付近の２つの活動に分けた場合のデータを示す。前報では２つを統合した場合を示した。

#165SZC：SZC という名前の由来となった観測とは全く別の#370MIC(Microscopiids)に一致し、名前もこちらのほうがふさわしい。

#175JPE：太陽黄経 108.4 度に鋭い極大を持つが、全体としては太陽黄経 112 度付近になだらかな極大を持つ二重構造のように見受けられる。

#411CAN：太陽黄経 91~103 度、103~118 度の２つの活動に分けられるかもしれない。

#164NZC：状況は輻射点の位置(λ-λs, β)も#26NDA とよく似ていて、太陽黄経で 90 度、100 度、110 度の 3 つの活動が混在している可能性がある。日本の観測では梅雨にあたり、観測数にばらつきがあるため極大の推定は困難である。

#444ZCS：太陽黄経 117 度以降はペルセウス群の影響を大きく受けているが、活動度推定のグラフから太陽黄経 120 度で終息していると考えられる。

#12KCG：活動が活発化した 2014 年の極大期に日本は悪天候であったため、極大が不明確で、太陽黄経 141 度と 145 度の２回あるようにもみえる。
AXD(August xi Draconids)：IAUMDC に登録されたものではないが、筆者が前報で報告したものである。
#26NDA：輻射点域、活動期間ともに不明瞭であり、極大も目安に過ぎず、複数の活動が混在している可能性がある。現在 NDA とされているものの活動の中心は太陽黄経 140~150 度の範囲である。
#197AUD：ZDR と呼称されるべきであることは前報で述べた通りである。
#33NIA：元来ι–みずがめ群と呼ばれていたものとは、全く別物である。ANT の活動の中で、流星群の体裁をもつのがこの活動だが、極大は見方により太陽黄経 160~170 度の範囲で異なる。
#337NUE：「オリオン群の尻尾」と呼ばれる一連の活動の中で流星群の体裁をもつ部分である。周囲の活動との判別は困難で、輻射点、活動期間、極大は不明瞭である。
#81SLY：SLY は２つの異なる活動を含んでいるため、ここでは SLY_0 と SLY_1 に区別している。
#281OCT：活動期間は極めて短く、太陽黄経で 1 度程度の幅しかないので、全く観測できない年もある。
#23EGE：実際の活動は表に示した前後、太陽黄経で 5 度程度長いと思われる。周辺では#8ORI をはじめとして、散在流星も多く、EGE の活動はそれらに埋もれがちで群への帰属を確実に行うことは難しい。
#2STA_SE & #2STA_SF : #2STA は２つの活動に分けられる。#2STA_SE の活動期間の後半は#2STA_SF の輻射点と重なるため、活動終了は推定である。
#18AND：Nmax と DRmax の近日点黄経には 6 度ほど違いがあり、軌道要素は DRmax の極大に近い値を用いたものを示している。
#338OER : 活動は不明瞭で、極大が太陽黄経 220~245 度の範囲としか推定できない。おうし南群等、周囲の活動の影響を考えると、太陽黄経 245 度付近を一つのまとまりの活動とみることもできる。
#13LEO：活動は 33 年周期で大きく変化し、また、周囲の散在流星の活動が活発であるため、極大時の DR、Nr<=3 の値、活動開始と終了の時期は 2007~18 年のデータから得られた目安に過ぎない。
#340TPY：TPY は２つの異なる活動を含んでいるため、TPY_0 と TPY_3 に区別している。
#20COM：太陽黄経で 75 度にわたっており、単一の群とみるのは無理があると思われる。複数の活動を含む可能性についても検討する必要がある。
#428DSV：#500JPV、#513EPV を含めている。極大は高原状で明確ではない。
#97SCC：これを独立した流星群として認めるか、ANT の一部とみるかは意見が分かれるであろう。

注：付録のエクセルプログラムを第３表の後に付した。

表１：基本データ

No.	Code	Name	DRmax	Nmax	λs_DR	λs_N	λs	λstart	λend	α	δ	Vg
450	AED	April epsilon Delphinids	28.7	1.3	19.5	19.4	19.4	15	30	307.3	11.4	60.6
27	KSE	kappa Serpentids	23.0	0.8	25.5	25.9	26.0	21	32	247.5	17.9	45.6
21	AVB	alpha Virginids	*15.0	0.8	25.5	25.3	28.0	17	41	201.4	3.9	19.3
6	LYR	April Lyrids	254.2	43.3	32.5	32.4	32.4	25	39	272.4	33.3	46.8
343	HVI	h Virginids	15.8	1.1	41.5	41.6	41.0	34	44	203.7	-11.4	17.6
31	ETA	eta Aquariids	554.9	39.4	44.5	44.9	45.0	25	75	337.5	-1.1	65.5
145	ELY	eta Lyrids	40.8	3.4	50.5	49.4	49.6	46	55	290.6	43.5	43.9
152	NOC	Northern Daytime omega Cetids	55.1	0.3	52.5	53.7	53.0	44	63	17.1	19.7	40.1
171	ARI	Daytime Arietids	151.6	0.6	73.5	73.8	73.8	68	86	41.4	23.7	40.5
431	JIP	June iota Pegasids	16.8	2.0	94.5	93.8	93.8	93.4	95.4	331.5	29.3	58.6
372	PPS_0	phi Piscids	21.8	1.4	97.5	92.5	94.0	82	103	9.9	21.4	66.5
165	SZC	Southern June Aquilids	75.8	0.9	103.5	108.2	104.0	95	110	318.3	-27.0	39.7
533	JXA	July xi Arietids	34.4	1.1	102.5	108.5	105.5	93	125	32.7	7.8	68.4
372	PPS_1	phi Piscids	12.4	1.8	110.5	108.2	108.0	101	120	20.7	27.9	65.9
175	JPE	July Pegasids	26.5	2.8	110.5	108.4	108.4	102	136	347.8	10.8	64.1
411	CAN	c Andromedids	19.7	1.2	110.5	109.7	110.0	91	118	32.6	48.3	56.9
164	NZC	Northern June Aquilids	89.6	1.4	101.5	112.7	113.0	81	129	319.4	-2.4	37.7
444	ZCS	zeta Cassiopeiids	27.3	4.2	112.5	113.5	113.5	105	120	7.4	50.9	57.2
184	GDR	July gamma Draconids	82.7	3.0	125.5	125.3	125.3	121	131	280.4	50.6	27.3
5	SDA	Southern delta Aquariids	227.7	22.8	126.5	127.6	127.6	116	148	340.3	-16.3	40.3
1	CAP	alpha Capricornids	85.3	7.8	127.5	127.5	128.0	105	142	306.4	-9.1	22.0
191	ERI	eta Eridanids	32.4	3.3	127.5	134.5	134.0	108	168	40.9	-13.0	63.9
183	PAU	Piscis Austrinids	4.8	0.8	136.5	135.0	135.0	129	138	353.3	-20.2	43.0
7	PER	Perseids	660.3	296.3	139.5	140.0	140.0	112	159	48.1	58.0	58.8
12	KCG	kappa Cygnids	19.7	2.5	145.5	141.7	141.0	129	154	286.2	50.2	22.2
	AXD	August xi Draconids	8.2	1.7	140.5	141.6	142.0	132	155	276.4	53.6	20.3
26	NDA	Northern delta Aquariids	14.5	2.4	147.5	148.7	148.0	127	166	352.6	4.4	38.2
197	AUD	August Draconids	14.5	1.5	154.5	153.2	153.0	140	166	259.1	62.8	21.3
523	AGC	August gamma Cepheids	12.1	1.4	155.5	155.4	155.5	150	161	358.6	76.8	43.8
206	AUR	Aurigids	#21.3	2.3	157.5	158.5	158.4	149	166	91.0	39.2	65.4
33	NIA	Northern iota Aquariids	6.4	1.3	160.5	168.0	162.0	153	183	358.5	3.3	29.9
208	SPE	September epsilon Perseids	37.7	15.5	166.5	167.2	167.2	160	189	47.8	39.5	64.2
337	NUE	nu Eridanids	8.9	1.9	169.5	168.3	168.0	158	181	68.2	0.7	65.7
81	SLY_0	September Lyncids	9.9	1.5	168.5	168.1	168.0	163	176	108.8	55.8	59.3
81	SLY_1	September Lyncids	4.5	0.8	187.5	187.9	185.0	173	190	110.9	47.9	65.4
221	DSX	Daytime Sextantids	96.4	0.3	189.5	190.0	190.0	183	196	156.8	-3.3	32.1
281	OCT	October Camelopardalids	23.6	9.5	191.5	192.7	192.7	192.1	192.8	167.3	78.6	45.4
333	OCU	October Ursae Majorids	41.7	4.5	202.5	202.5	202.5	200	207	145.3	64.2	55.3
23	EGE	epsilon Geminids	*4.7	3.5	204.5	207.9	205.0	191	219	100.8	28.2	68.5
2	STA_SE	Southern Taurids	38.6	7.3	199.5	207.6	205.0	180	230	39.0	10.5	28.2

480	TCA	tau Cancrids	6.6	1.8	206.5	207.3	207.0	183	224	137.3	29.7	67.1
22	LMI	Leonis Minorids	58.4	5.3	209.5	207.9	208.0	198	223	158.8	37.2	61.4
8	ORI	Orionids	255.7	172.3	207.5	208.0	208.0	183	240	95.2	15.6	66.1
524	LUM	lambda Ursae Majorids	8.7	1.6	214.5	214.5	214.7	207	219	158.0	49.4	60.8
526	SLD	Southern lambda Draconids	9.8	2.4	221.5	221.4	221.4	219	225	161.3	68.2	48.6
388	CTA	chi Taurids	#4.2	1.7	222.5	221.9	222.0	210	231	63.9	27.2	40.1
445	KUM	kappa Ursae Majorids	13.7	6.3	223.5	223.0	223.0	220	230	144.2	45.6	64.7
2	STA_SF	Southern Taurids	72.2	17.6	221.5	223.0	223.0	198	256	53.7	14.4	27.7
18	AND	Andromedids	15.6	1.8	230.5	224.1	230.0	213	245	22.2	32.0	16.9
17	NTA	Northern Taurids	52.1	15.0	229.5	232.4	230.0	200	260	58.7	22.8	27.6
338	OER	omicron Eridanids	11.4	1.1	243.5	224.5	231.0	210	250	58.6	-1.0	27.7
13	LEO	Leonids	120.4	49.3	235.5	235.9	236.0	213	258	154.2	21.6	70.0
246	AMO	alpha Monocerotids	6.9	2.2	240.5	239.8	239.8	237	243	117.6	0.7	61.6
488	NSU	November sigma Ursae Majorids	5.9	1.8	242.5	241.8	242.0	240	245	148.9	59.0	54.5
250	NOO	November Orionids	34.5	9.8	249.5	249.4	248.0	228	265	91.4	15.4	42.3
340	TPY_0	theta Pyxidids	15.7	2.9	248.5	249.4	249.4	246	254	138.7	-25.6	59.7
257	ORS	Southern chi Orionids	4.4	2.3	253.5	253.3	250.0	232	265	78.9	18.1	26.5
336	DKD	December kappa Draconids	38.3	6.3	250.5	250.9	250.9	247	261	186.1	70.7	43.4
339	PSU	psi Ursae Majorids	7.4	3.3	251.5	252.0	252.0	247	259	168.8	43.9	60.8
502	DRV	Decemberrho Virginids	8.8	1.7	252.5	253.4	253.4	247	271	185.5	12.9	68.2
16	HYD	sigma Hydrids	103.2	22.3	254.5	252.6	255.0	240	284	124.3	2.9	58.8
19	MON	December Monocerotids	59.4	10.3	257.5	258.6	259.0	241	273	101.0	8.2	41.0
529	EHY	eta Hydrids	7.9	3.0	260.5	261.6	260.0	244	281	135.4	1.8	61.8
335	XVI	December chi Virginids	#35.4	2.2	259.5	256.4	260.0	244	279	189.4	-9.3	68.2
4	GEM	Geminids	705.9	860.6	262.5	262.1	262.0	237	273	113.5	32.3	33.8
340	TPY_3	theta Pyxidids	7.3	1.9	265.5	266.6	266.6	256	288	154.3	-24.4	62.5
20	COM	Comae Berenicids	33.3	18.8	267.5	266.1	267.0	249	320	160.4	31.1	63.0
428	DSV	December sigma Virginids	11.7	2.1	263.5	276.3	270.0	244	304	207.2	4.6	66.1
15	URS	Ursids	97.8	25.3	270.5	270.4	270.5	261	273	219.0	75.3	33.0
97	SCC	Southern delta Cancrids	4.2	1.1	275.5	274.6	275.0	273	287	105.3	17.6	26.9
319	JLE	January Leonids	6.7	1.9	282.5	282.0	282.0	277	287	147.5	23.9	52.0
10	QUA	Quadrantids	289.1	234.2	283.5	283.3	283.3	275	296	230.0	49.7	40.2
331	AHY	alpha Hydrids	52.2	2.3	285.5	286.4	285.0	264	302	127.9	-8.4	43.3
515	OLE	omicron Leonids	7.0	1.3	289.5	289.0	289.0	269	302	137.7	9.6	41.7
96	NCC	Northern delta Cancrids	4.0	1.3	287.5	290.1	290.0	274	307	122.0	22.5	27.6
323	XCB	xi Coronae Borealids	16.1	0.7	294.5	297.3	295.0	289	300	249.9	30.0	45.5
341	XUM	January xi Ursae Majorids	32.3	4.7	298.5	299.1	299.0	294	301	169.6	32.4	40.9
530	ECV	eta Corvids	6.6	1.5	298.5	304.4	301.0	287	316	190.7	-17.7	67.6
429	ACB	alpha Coronae Borealids	9.3	2.8	308.5	307.4	307.4	306	316	231.1	28.1	56.5
110	AAN	alpha Antliids	5.5	0.5	313.5	313.1	313.1	302	317	158.3	-9.9	44.3
346	XHE	x Herculids	15.6	1.8	350.5	351.3	351.3	346	360	254.4	48.6	35.4
11	EVI	eta Virginids	22.6	2.3	358.5	356.9	357.0	348	5	185.3	3.3	27.0

表２：輻射点の黄道座標と軌道要素

Code	λs	λ-λs	β	e	q	i	ω	Ω	λ_{Π}	β_{Π}
AED	19.4	293.6	29.5	0.944	0.719	121.9	114.8	19.4	248.3	50.4
KSE	26.0	216.0	39.2	0.958	0.527	72.8	268.4	26.0	290.4	-72.7
AVB	28.0	170.3	12.0	0.721	0.724	7.0	250.5	28.0	278.4	-6.6
LYR	32.4	241.3	56.7	0.954	0.921	79.7	214.1	32.4	219.3	-33.5
HVI	41.0	165.1	-1.4	0.718	0.775	0.7	63.5	221.0	284.5	0.7
ETA	45.0	293.8	7.7	0.947	0.571	163.6	96.2	45.0	308.5	16.3
ELY	49.6	256.6	64.4	0.945	1.000	74.4	191.5	49.6	232.7	-11.0
NOC	53.0	330.4	11.5	0.956	0.097	38.5	32.0	53.0	79.0	19.2
ARI	73.8	332.3	7.4	0.970	0.084	26.0	30.3	73.8	101.5	12.7
JIP	93.8	252.5	37.9	0.964	0.900	112.4	219.9	93.8	256.2	-36.4
PPS_0	94.0	283.7	15.7	0.895	0.864	151.2	133.1	94.0	317.1	20.6
SZC	104.0	208.5	-10.4	0.956	0.098	33.9	148.1	284.0	76.7	17.1
JXA	105.5	284.7	-5.1	0.939	0.830	170.6	308.4	288.5	339.7	-7.3
PPS_1	108.0	281.7	17.7	0.856	0.906	148.0	139.7	108.0	323.7	20.0
JPE	108.4	244.7	14.8	0.961	0.583	148.5	262.6	108.4	207.0	-31.2
CAN	110.0	298.2	32.9	0.910	0.684	112.6	108.3	110.0	339.3	61.2
NZC	113.0	208.0	12.7	0.932	0.129	34.5	324.2	113.0	82.3	-19.4
ZCS	113.5	278.1	42.8	0.946	0.996	107.5	163.4	113.5	298.6	15.8
GDR	125.3	168.1	73.2	0.953	0.977	40.1	202.7	125.3	323.0	-14.4
SDA	127.6	208.1	-7.4	0.968	0.081	26.4	150.5	307.6	100.7	12.6
CAP	128.0	178.5	9.9	0.755	0.602	7.2	266.9	128.0	34.9	-7.2
ERI	134.0	260.0	-27.4	0.922	0.949	132.0	29.9	314.0	292.9	21.7
PAU	135.0	210.7	-15.9	0.965	0.122	55.0	142.3	315.0	111.1	30.1
PER	140.0	283.1	38.4	0.924	0.948	113.0	150.0	140.0	332.7	27.4
KCG	141.0	163.6	71.7	0.703	0.972	33.9	205.5	141.0	342.6	-13.9
AXD	142.0	144.6	76.6	0.651	0.998	31.6	195.9	142.0	335.7	-8.3
NDA	148.0	206.9	7.0	0.953	0.102	20.7	327.5	148.0	117.2	-10.9
AUD	153.0	60.9	84.0	0.638	1.010	34.0	177.3	153.0	330.7	1.5
AGC	155.5	263.7	63.6	0.876	1.006	75.5	187.7	155.5	337.4	-7.5
AUR	158.4	292.4	15.7	0.952	0.670	148.3	108.1	158.4	47.4	30.0
NIA	162.0	198.0	3.6	0.852	0.258	5.3	308.1	162.0	110.2	-4.2
SPE	167.2	249.1	20.9	0.952	0.717	139.2	245.8	167.2	287.9	-36.6
NUE	168.0	258.5	-20.9	0.882	0.902	142.4	38.9	348.0	315.4	22.5
SLY_0	168.0	294.5	33.2	0.950	0.761	115.6	119.9	168.0	24.9	51.4
SLY_1	185.0	280.3	25.6	0.929	0.940	135.0	150.6	185.0	26.8	20.3
DSX	190.0	329.8	-12.1	0.865	0.145	25.7	212.6	10.0	219.9	-13.5
OCT	192.7	281.5	61.9	0.915	0.991	77.6	169.0	192.7	10.3	10.7
OCU	202.5	279.0	46.7	0.920	0.979	100.7	164.2	202.5	25.5	15.5
EGE	205.0	254.6	5.1	0.906	0.778	170.3	237.4	205.0	328.0	-8.1
STA_SE	205.0	194.9	-4.5	0.823	0.318	5.6	120.6	25.0	145.7	4.9
TCA	207.0	283.9	12.7	0.813	0.832	156.3	129.2	207.0	75.3	18.1
LMI	208.0	297.8	26.1	0.961	0.619	124.9	103.2	208.0	95.7	52.9
ORI	208.0	247.0	-7.7	0.932	0.579	163.7	82.4	28.0	305.9	16.1
LUM	214.7	284.2	36.9	0.973	0.918	115.2	147.8	214.7	49.7	28.8
SLD	221.4	264.9	53.6	0.725	0.985	88.1	190.5	221.4	41.8	-10.5
CTA	222.0	204.8	5.8	0.970	0.109	17.1	324.0	222.0	187.2	-9.9
KUM	223.0	267.7	29.5	0.911	0.987	129.4	187.7	223.0	38.1	-6.0
STA_SF	223.0	191.9	-4.7	0.821	0.365	5.3	113.7	43.0	156.8	4.9
AND	230.0	162.8	21.0	0.722	0.799	9.9	237.3	230.0	106.9	-8.3
NTA	230.0	191.4	2.4	0.820	0.370	2.7	293.0	230.0	163.0	-2.5
OER	231.0	185.1	-20.8	0.863	0.515	19.5	92.0	51.0	143.1	19.5
LEO	236.0	272.3	10.2	0.855	0.985	162.2	172.8	236.0	62.9	2.2
AMO	239.8	239.7	-20.0	0.956	0.471	133.3	94.0	59.8	323.9	46.6
NSU	242.0	245.0	42.9	0.919	0.808	99.2	231.5	242.0	50.6	-50.6
NOO	248.0	203.4	-8.1	0.990	0.121	23.6	139.8	68.0	210.3	15.0
TPY_0	249.4	261.7	-39.3	0.915	0.957	112.3	20.1	69.4	61.5	18.6
ORS	250.0	189.4	-4.9	0.801	0.411	5.0	108.1	70.0	178.2	4.8
DKD	250.9	242.8	61.6	0.888	0.928	72.7	209.0	250.9	80.2	-27.6
PSU	252.0	258.3	35.5	0.886	0.919	117.4	211.1	252.0	56.5	-27.3
DRV	253.4	286.5	14.0	0.930	0.782	153.6	124.8	253.4	125.6	21.4

HYD	255.0	230.9	-16.4	0.984	0.254	129.2	119.8	75.0	302.8	42.2
MON	259.0	202.3	-14.8	0.980	0.189	34.6	129.3	79.0	213.8	26.1
EHY	260.0	237.4	-14.5	0.958	0.360	142.4	107.3	80.0	328.6	35.6
XVI	260.0	292.4	-4.9	0.967	0.609	170.0	282.9	80.0	156.9	-9.8
GEM	262.0	208.0	10.5	0.888	0.146	22.7	324.1	262.0	228.3	-13.1
TPY_3	266.6	259.9	-32.4	0.872	0.928	122.8	28.6	86.6	70.2	23.7
COM	267.0	242.9	21.1	0.953	0.560	134.2	263.3	267.0	6.5	-45.4
DSV	270.0	293.5	14.8	0.952	0.609	149.2	102.6	270.0	165.4	29.9
URS	270.5	219.0	72.0	0.809	0.940	52.8	205.9	270.5	106.8	-20.3
SCC	275.0	189.6	-5.0	0.803	0.407	5.2	108.5	95.0	203.6	4.9
JLE	282.0	219.6	10.1	0.991	0.049	104.5	335.3	282.0	288.6	-23.8
QUA	283.3	276.7	63.7	0.625	0.979	70.7	171.9	283.3	100.6	7.7
AHY	285.0	207.8	-26.4	0.966	0.289	57.7	115.9	105.0	237.2	49.5
OLE	289.0	208.3	-6.4	0.971	0.075	23.5	151.0	109.0	262.1	11.1
NCC	290.0	189.4	2.3	0.820	0.400	2.4	288.5	290.0	218.5	-2.3
XCB	295.0	306.5	51.4	0.830	0.789	78.2	124.3	295.0	98.2	54.0
XUM	299.0	218.0	25.6	0.855	0.217	66.9	313.7	299.0	276.7	-41.7
ECV	301.0	255.9	-12.0	0.814	0.808	157.5	53.1	121.0	70.1	17.8
ACB	307.4	271.3	44.8	0.874	0.984	103.9	176.7	307.4	128.2	3.2
AAN	313.1	210.7	-17.7	0.960	0.143	57.2	138.2	133.1	287.3	34.1
XHE	351.3	246.8	70.4	0.679	0.979	60.3	195.6	351.3	179.2	-13.5
EVI	357.0	186.6	5.1	0.817	0.447	5.2	283.1	357.0	280.1	-5.0

表３：輻射点移動を計算するための係数と定数

Code	λs	λ-λs	β	*x*a	*x*b	*y*a	*y*b	*V*a	*V*b
AED	20.2	292.83	29.85	-0.1324	1.92	0.3387	-6.92	-0.0486	61.50
KSE	25.9	216.67	38.35	0.1666	-3.85	0.2559	-5.82	-0.2350	51.66
AVB	27	168.65	11.82	0.4496	-14.21	0.1783	-4.79	-0.1459	23.39
LYR	32.4	240.65	56.72	-0.4016	12.67	-0.2946	9.53	0.3495	35.43
HVI	40.6	165.58	-1.28	0.7416	-29.96	-0.0533	2.05	-0.2392	27.41
ETA	46.3	293.34	7.72	0.2420	-11.31	0.0627	-2.82	0.0791	61.91
ELY	50	257.20	64.11	0.2011	-9.70	0.3545	-17.27	-0.4497	66.20
NOC	52	329.65	12.32	0.3188	-17.62	0.2594	-14.56	0.0781	35.94
ARI	77	331.58	7.34	0.2829	-21.63	-0.0422	3.17	0.1537	29.14
JIP	94	252.76	37.51	-0.0695	6.73	-0.3205	30.46	1.2844	-61.86
PPS_0	94	282.38	16.40	0.1382	-14.23	0.1722	-16.83	0.0225	64.34
SZC	104	209.24	-11.26	0.0953	-9.23	-0.1579	17.30	-0.0511	45.01
JXA	107.3	284.80	-5.11	0.2112	-22.81	0.0844	-9.12	0.0418	63.91
PPS_1	109.6	281.88	19.57	0.2210	-23.71	-0.1459	13.94	0.1004	55.09
JPE	110	244.23	14.25	0.1030	-11.61	-0.0712	8.24	-0.0547	69.98
CAN	107	298.11	32.89	-0.0145	1.56	-0.0134	1.45	0.0256	54.12
NZC	108.09	208.79	13.30	0.1089	-11.56	0.0267	-3.63	-0.1267	52.01
ZCS	111.5	277.80	43.02	-0.2220	25.01	-0.2755	31.09	0.3677	15.47
GDR	124.6	167.94	73.05	0.4031	-50.55	0.1709	-21.29	-0.3667	73.22
SDA	126.8	208.78	-7.36	0.2894	-36.24	-0.1146	14.55	-0.1534	59.88
CAP	127.9	179.32	9.87	0.4127	-52.03	0.1168	-14.93	-0.1956	47.01
ERI	137.6	260.57	-27.33	-0.0135	2.34	0.0397	-5.41	0.0090	62.74
PAU	135.1	210.82	-16.73	0.1632	-21.90	-0.0197	3.49	0.0078	41.95
PER	137	283.28	38.35	-0.0097	1.47	-0.0647	9.08	0.0133	56.96
KCG	142	168.00	74.00	-0.3505	50.80	0.5750	-83.31	0.1739	-2.30
AXD	140	146.58	77.22	0.2201	-30.80	1.2161	-173.26	0.1610	-2.54
NDA	147	207.28	6.94	0.1106	-16.00	0.0460	-6.79	-0.0956	52.38
AUD	155	47.53	81.56	0.6911	-107.13	-1.3007	201.61	-0.1622	46.11
AGC	154.9	263.54	63.98	0.1228	-19.14	0.1199	-19.05	0.1128	26.23
AUR	158	292.56	15.86	0.0849	-13.28	0.1650	-26.25	-0.0197	68.50
NIA	165	198.02	4.34	0.0010	-0.09	0.0104	-2.36	-0.0151	32.33
SPE	167.1	248.75	20.79	0.0496	-8.62	-0.1884	31.57	0.0485	56.08
NUE	167.9	259.26	-20.67	0.0606	-9.49	0.2094	-35.46	0.0405	58.88
SLY_0	167	294.70	32.27	-0.2511	42.35	0.3118	-51.43	-0.2224	96.65
SLY_1	186	278.78	25.99	0.1699	-32.84	-0.0899	16.25	0.0989	47.11
DSX	189.2	329.82	-11.84	-0.0400	7.66	0.0809	-15.60	-0.1431	59.28
OCT	192.6	281.04	62.25	0.7074	-136.52	-0.7154	137.49	-0.5271	146.99

OCU	202	278.95	46.84	-0.4279	86.64	-0.0284	5.58	-0.2001	95.83
EGE	204.1	254.73	5.17	0.2304	-47.05	-0.0754	15.42	-0.0693	82.71
STASE	202.6	194.82	-4.45	0.2716	-55.79	-0.0273	5.49	-0.1127	51.35
TCA	206	284.80	12.39	0.2141	-43.47	0.2167	-44.55	0.0150	63.97
LMI	209.6	297.93	26.16	-0.0619	12.96	0.0724	-15.13	-0.0189	65.36
ORI	209	246.73	-7.62	0.2690	-56.27	0.0811	-16.95	-0.0750	81.65
LUM	214.6	284.57	37.05	-0.0025	0.85	-0.0187	3.83	-0.0272	66.64
SLD	221	265.66	53.73	-0.2435	54.36	-0.0558	12.22	-0.1762	87.58
CTA	221	204.86	4.99	0.1459	-32.33	0.0115	-1.71	-0.1816	80.46
KUM	225	268.21	29.76	0.0489	-10.49	-0.0109	2.20	-0.2103	111.56
STA_SF	221.5	190.70	-5.00	0.4606	-103.89	-0.0682	15.51	-0.2770	89.50
AND	228.6	163.43	18.81	0.4817	-110.15	0.5235	-118.21	-0.2009	63.07
NTA	228	191.71	2.11	0.2650	-60.65	0.0151	-3.16	-0.1467	61.31
OER	231	184.40	-21.54	0.2965	-69.16	-0.2653	62.05	-0.1345	58.78
LEO	235.4	272.26	10.17	0.3138	-74.06	-0.1771	41.86	0.0669	54.27
AMO	239	239.65	-19.91	0.3379	-81.06	0.1829	-43.95	0.0333	53.63
NSU	241.6	244.91	42.93	-0.0529	12.74	-0.1442	34.84	0.5255	-72.69
NOO	246.1	203.71	-8.14	0.2890	-71.35	-0.0594	14.79	-0.1545	80.62
TPY_0	249.4	261.96	-39.09	0.1434	-35.59	0.3144	-78.63	0.4161	-44.09
ORS	247.6	190.26	-5.21	0.2198	-54.13	-0.0137	3.69	-0.0986	51.17
DKD	251.7	243.25	61.57	-0.2642	66.50	0.1677	-42.02	0.0042	42.32
PSU	252.6	258.42	34.92	-0.1819	45.96	-0.1485	37.99	0.1914	12.59
DRV	256	285.61	14.89	0.1120	-29.21	0.2576	-66.18	-0.0533	81.71
HYD	257.5	230.89	-16.81	0.1076	-27.45	-0.0019	0.89	-0.0720	77.18
MON	261	202.24	-15.05	0.2968	-76.90	-0.0894	23.37	-0.1885	89.86
EHY	260.7	237.33	-14.70	0.1444	-37.57	0.0630	-16.19	-0.0434	73.06
XVI	263.7	291.42	-5.15	0.2593	-68.34	-0.0716	18.91	0.0283	60.82
GEM	260	208.05	10.39	0.1009	-26.41	-0.0465	12.26	0.0942	9.07
TPY_3	272	260.34	-31.35	-0.0503	13.82	0.1946	-52.98	0.1269	28.61
COM	280	242.25	20.12	0.0471	-13.15	-0.0694	19.50	-0.0085	65.27
DSV	270	293.72	14.78	0.1250	-33.52	0.1076	-29.05	-0.0008	66.32
URS	271	218.48	72.07	0.1434	-38.93	0.6064	-164.11	-0.3422	125.62
SCC	284.1	188.71	-5.38	0.0427	-12.65	0.1279	-34.82	0.0256	19.83
JLE	281	219.61	10.35	0.3206	-90.41	-0.0500	13.87	0.0516	37.47
QUA	283.2	277.67	63.41	0.0331	-8.95	0.2554	-72.07	-0.1167	73.28
AHY	281.2	207.90	-26.55	0.2252	-64.05	-0.0128	3.79	-0.1206	77.71
OLE	290	207.98	-6.91	0.0666	-19.51	0.1395	-39.80	0.1756	-9.06
NCC	290	189.35	1.17	0.0724	-21.01	-0.0064	2.95	0.0342	17.69
XCB	295	305.32	51.10	-0.1280	37.01	0.0152	-4.15	0.0371	34.56
XUM	298	217.93	25.74	0.3447	-103.13	-0.1309	38.95	-0.2739	122.85
ECV	303.3	255.31	-11.50	0.1935	-58.77	0.1920	-58.26	0.0171	62.40
ACB	309.89	271.81	44.48	-0.3828	118.05	-0.4471	137.79	0.4245	-73.96
AAN	312	210.60	-17.67	0.0181	-5.80	-0.0760	23.80	0.0233	37.00
XHE	350	244.94	70.58	-0.3191	111.46	0.0334	-11.94	-0.2189	112.32
EVI	357	185.85	5.49	0.5153	-184.68	0.0696	-25.19	-0.2581	119.20

付録：エクセルによる輻射点移動の計算プログラム例

A　　=90
B　　=$E$2*A3+$F$2
C　　=$G$2*A3+$H$2
D　　=SQRT(B3^2+C3^2)
E　　=DEGREES(ATAN(C3/B3))
F　　=IF(B3>0,90-E3,270-E3)
G
　　=(COS(RADIANS(D3))-SIN(RADIANS($C$2))*SIN(RADIANS(J3)))/COS(RADIANS($C$2))/COS(RADIANS(J3))
H　　=DEGREES(ASIN(SIN(RADIANS(D3))*SIN(RADIANS(F3))/COS(RADIANS(J3))))
I　　=IF(G3>0,$B$2-H3,IF($B$2-180+H3<0, $B$2+180+H3,$B$2-180+H3))
J
　　=DEGREES(ASIN(SIN(RADIANS($C$2))*COS(RADIANS(D3))+COS(RADIANS($C$2))*SIN(RADIANS(D3))*COS(RADIANS(F3))))
K
　　=SIN(RADIANS(J3))*COS(RADIANS($D$2))+COS(RADIANS(J3))*SIN(RADIANS(I3+A3))*SIN(RADIANS($D$2))
L
　　=-SIN(RADIANS(J3))*SIN(RADIANS($D$2))+COS(RADIANS(J3))*SIN(RADIANS(I3+A3))*COS(RADIANS($D$2))
M　　=COS(RADIANS(J3))*COS(RADIANS(I3+A3))
N　　=L3/M3
O
　　=IF(L3>0,IF(N3>0,DEGREES(ATAN(N3)),DEGREES(ATAN(N3))+180),IF(N3>0,DEGREES(ATAN(N3))+180,DEGREES(ATAN(N3))+360))
P　　=DEGREES(ASIN(K3))
Q　　==$L$2*A3+$M$2

第１図：エクセルでの計算例(#411CAN を例に示している)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1		λ−λs	β	ε	xa	xb	ya	yb	λ−λs	β		Va	Vb		α	δ	Vg	
2	λs	298.1145	32.89349	23.43928	−0.01454	1.561776	−0.01336	1.449183				0.025588	54.11559					
3	90	0.253141	0.247194	0.353815	44.31902	45.68098	0.999986	0.302317	297.8122	33.14032	0.656982	0.14098	0.740607	0.190357	10.77769	41.07014	56.4185	
4																		
5																		

12月りゅう座・流星群(#0334DAD)とトロイダル(小関正広)

DADの周辺で活動し、電波観測で捉えられているものに、かんむり座・流星群(#0321TCB)、うしかい座・流星群(#0322LBO)、かんむり座・流星群(#0323XCB)がある。これら３つの流星群はトロイダルの活動の代表的なものであるが、ビデオ観測ではまったく検出されていない。逆にビデオ観測で捉えられたDADの活動が電波観測で明確に捉えられているとは言い難い。このことから、DADはトロイダルの活動とは切り離して捉える方が良いと考えられる。

DAD自体は３つの小流星群の複合体と考えられるが、流星群をどのように定義するかで散在流星の一時的な盛り上がりということもできる。SonotaCoネット、CAMS、EDMONDの３つのデータを比較したが、それらで完全に一致する結果は得られなかった。３つの小流星群あるいはその周囲の活動全体が、広がりを持ち、かつ、長期にわたり活動する、従来の「流星群」という概念から外れた存在なのかもしれない。

12 月りゅう座α流星群(#0334DAD)とトロイダル

2021/Apr./10
MSSOnline
日本流星研究会　小関正広

要旨

DAD の周辺で活動し、電波観測で捉えられているものに、かんむり座θ流星群(#0321TCB)、うしかい座λ流星群(#0322LBO)、かんむり座ξ流星群(#0323XCB)がある。これら３つの流星群はトロイダルの活動の代表的なものであるが、ビデオ観測ではまったく検出されていない。逆にビデオ観測で捉えられた DAD の活動が電波観測で明確に捉えられているとは言い難い。このことから、DAD はトロイダルの活動とは切り離して捉える方が良いと考えられる。

DAD 自体は３つの小流星群の複合体と考えられるが、流星群をどのように定義するかで散在流星の一時的な盛り上がりということもできる。SonotaCo ネット、CAMS、EDMOND の３つのデータを比較したが、それらで完全に一致する結果は得られなかった。３つの小流星群あるいはその周囲の活動全体が、広がりを持ち、かつ、長期にわたり活動する、従来の「流星群」という概念から外れた存在なのかもしれない。

１．はじめに

先日発表した「ビデオ観測による流星群データ集」には＜確定群＞である DAD が含まれていない。これは輻射点分布密度比(DR)によって、周囲の散在流星と十分には判別ができなかったことによる。また、DAD は電波観測で指摘されている”トロイダル北“の中心に位置しており、トロイダルの一部ではないかという考え方もある。今回は SonotaCo ネットのデータだけでなく、CAMS、EDMOND といったビデオ観測と CMOR の輻射点分布を加えて、’DAD’がどのような流星活動なのか調査、検討する。

２．DAD はトロイダルの活動なのか

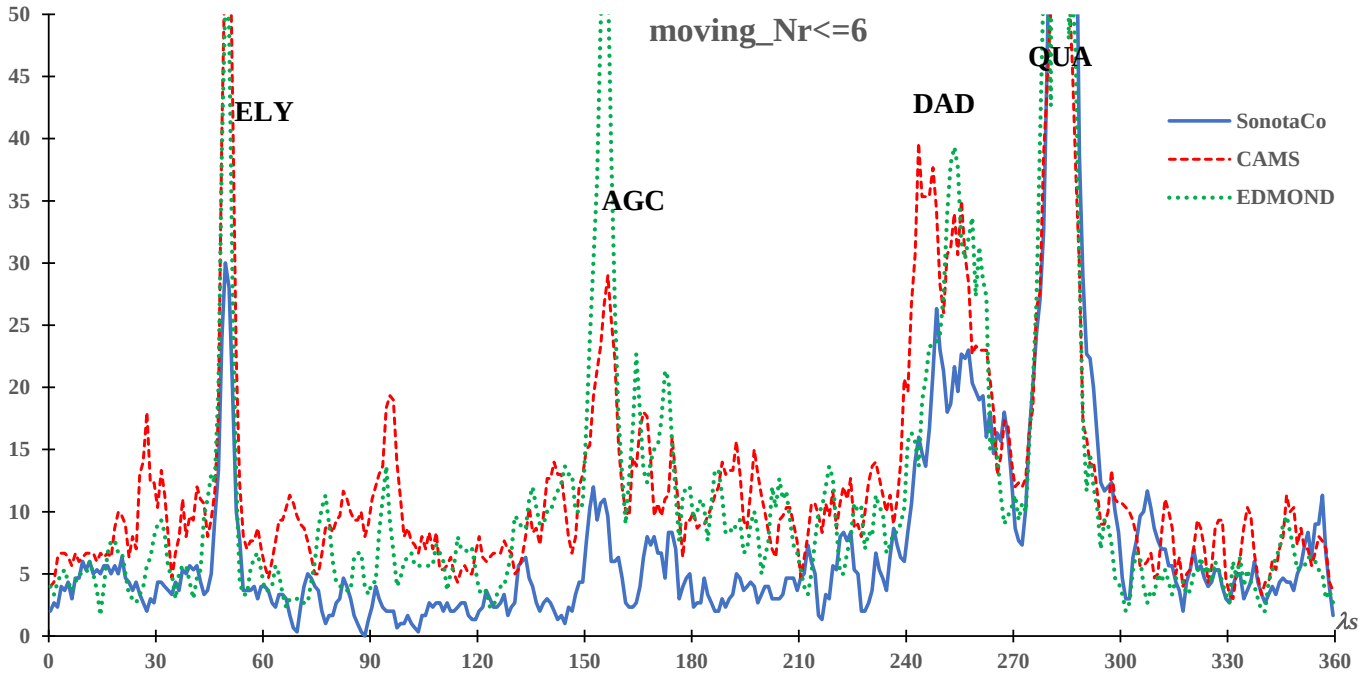


図 1：DAD00 の輻射点(λ-λs, β)=(266.1, 63.0)から 6 度以内に入る輻射点数。

ビデオ観測（SonotaCo ネット、CAMS、EDMOND）により、DAD の輻射点（0334DAD00, λ-λs=266.1, β=63.0）から 6 度以内に入る輻射点数の太陽黄経 3 度ごとの移動平均を図 1 に示す。グラフに見られるように、輻射点の位置(λ-λs, β)で表すと DAD とほぼ同じ場所で活動する流星群が 1 年間の間に 4 つあることが分かる。

ELY と AGC はほぼ DAD と同じ(λ-λs, β)=(270, 63)を輻射点として活動するが、表 1 に示すように、いずれも活動期間は DAD よりも短く、DR_{max} と N_{max} が大きいことからわかるように活動の増減、輻射点の集中も明瞭である。QUA の活動期間が長いように見えるが、これについては後で議論する。

表１：図１に登場する流星群の基本要素。

DR_{max} は輻射点移動の中心から 10~15 度に存在する輻射点数に対する輻射点移動の中心から 3 度以内の輻射点数の天球上の面積比を考慮した輻射点密度の比の最大値（極大時の ZHR に相当する）。N_{max} は太陽黄経 0.1 度ずつスライドさせた 1 度ごとの輻射点移動の中心から 3 度以内の輻射点数(Nr<=3)の移動平均の最大値である。ここで N_{max} は観測期間である 12 年という数字で除しているので、ほぼ 1 日あたり SonotaCo ネットで同時観

測される群流星と考えてよい。$\lambda s_{_DR}$と$\lambda s_{_N}$は、それぞれ DR と(Nr<=3)により推定される極大の太陽黄経。λs は両者を勘案して最も確からしい極大の太陽黄経。λ_{start}とλ_{end}は DR>2 となる期間の太陽黄経である。

No.	Code	流星群名	DR_{max}	N_{max}	$\lambda s_{\_DR}$	$\lambda s_{\_N}$	λs	λ_{start}	λ_{end}	α	δ	Vg
145	ELY	こと座η流星群	40.8	3.4	50.5	49.4	49.6	46	55	290.6	43.5	43.9
523	AGC	August gamma Cepheids	12.1	1.4	155.5	155.4	155.5	150	161	358.6	76.8	43.8
334	DAD	12 月りゅう座α流星群	8.0	1.2	253.5	254.6	254	244	264	204.1	62.0	40.9
10	QUA	しぶんぎ座流星群	289.1	234.2	283.5	283.3	283.3	275	296	230.0	49.7	40.2

表２：DAD の周囲で活動する流星群（付録の輻射点分布に登場するもの）。

Code	流星群名	α	δ	Vg	λs	λ-λs	β	e	q	i	ω	Ω	a
0392NID00	November i Draconids	200.1	64.5	43.0	241.0	270.1	62.5	0.737	0.987	74.9	181.1	241.0	3.76
0392NID01	November i Draconids	196.5	68.0	41.9	242.0	260.9	63.3	0.734	0.973	72.9	194.7	254.4	3.62
0488NSU00	November sigma Ursae Majorids	148.3	59.2	55.3	241.6	244.9	42.9	0.972	0.813	99.9	230.0	241.6	29.04
0336DKD00	12 月りゅう座κ流星群	186.0	70.1	43.4	250.2	244.6	61.3	0.858	0.931	73.4	208.4	250.2	6.57
0015URS00	こぐま座流星群	219.4	75.3	33.0	271.0	218.5	72.1	0.796	0.944	51.5	204.9	270.7	4.62
0010QUA00	しぶんぎ座流星群	230.0	49.5	41.4	283.3	277.0	63.6	0.688	0.979	72.0	172.0	283.3	3.14
0403CVN00	Canum Venaticids	203.3	42.8	52.6	293.0	246.7	47.6	0.908	0.866	93.3	221.5	293.0	9.40
0323XCB00	かんむり座ξ流星群	244.8	31.1	44.3	294.5	299.7	51.5	0.651	0.817	79.6	124.7	294.5	2.34
0322LBO00	うしかい座λ流星群	219.6	43.2	41.8	295.5	259.8	54.4	0.358	0.956	79.3	206.6	295.4	1.49
0321TCB00	かんむり座θ流星群	232.3	35.8	38.7	296.5	279.2	52.4	0.166	0.924	77.0	124.9	296.5	1.11
0404GUM00	こぐま座γ流星群	231.8	66.8	31.8	299.0	222.5	75.1	0.772	0.959	51.1	199.5	299.0	4.20

註 : 流星群名が和名のものは「確定群」、英名のものは IAUMDC で仮登録(working list)のものである。IAUMDC では１つの流星群について複数の登録がなされているが、ここでは表で上の行のもののみを示した。なお、NID には２つのデータを示したが、これについては「３．２　DAD は複合群」参照のこと。

表２に掲げた流星群がビデオ観測でも電波観測でも捉えられているというわけではない。電波観測とビデオ観測で共通して観測される流星群は、こぐま座流星群(#0015URS)、しぶんぎ座流星群(#0010QUA)、おおぐま座κ流星群(#0445KUM)だけである。November i Draconids(#392NID)や DAD はこれら３つの流星群と比べて電波観測とビデオ観測のどちらでも活動は不鮮明である。November sigma Ursae Majorids(#0488NSU)と 12 月りゅう座κ流星群(#0336DKD)はビデオ観測だけで、また、かんむり座θ流星群(#0321TCB)、うしかい座λ流星群(#0322LBO)、かんむり座ξ流星群(#0323XCB)は電波観測だけで捉えられている。Canum Venaticids(#403CVN)は電波観測で検出されたものだが、どうやら一時的な活動であったようで、その後は捉えられていない。

TCB、LBO、XCB は典型的なトロイダル北のメンバーであるが、これらは表２の流星群の中で軌道半長径(a)が小さいほうから３番目までに入っている。「トロイダル」という名称自体が、軌道がほぼ円形で、軌道傾斜角が大きいということを意味している。電波観測でも捉えられているものを含み、ビデオ観測で活動が認められている流星群は、軌道傾斜角は大きいものの軌道長半径は大きなものが多い。

このようにトロイダル北の活動領域で観測される流星群のうち、ビデオ観測で捉えられている活動は ELY と AGC を含めて電波観測のトロイダル北の活動とは区別されるべきものと考えられる。

表３に IAUMDC に登録されている DAD の概要を示す。付録に掲載した CMOR の輻射点分布には DAD という表示が見られるが、CMOR で独立した流星群として認めているわけではないので、CMOR の論文では取り上げられず、IAUMDC にも登録申請がされていない。このことからも、DAD は電波観測向きの流星活動ではなく、トロイダル北の活動とも区別されるべきだと考えられる。

表３：IAUMDC に登録されている DAD。DAD00 は SonotaCo ネット、DAD01 と 02 は CAMS の観測である。

Code	α	δ	Vg	λs_	λ-λs	β	e	q	i	ω	Ω	a
0334DAD00	207.9	60.6	41.6	256.5	266.1	63.0	0.673	0.983	72.9	185.5	256.5	3.01
0334DAD01	210.8	58.6	40.8	256.0	272.0	62.8	0.603	0.983	71.8	177.4	254.8	2.48
0334DAD02	202.6	62.3	41.3	251.3	265.0	62.1	0.651	0.973	72.8	186.2	251.3	2.79

３．’DAD’とはどんな流星活動なのか

３．１　IAUMDC に登録されている DAD

先に MSS で発表した「ビデオ観測による流星群データ集」に DAD は含まれていない。表３に示した３つのデータを基に、太陽黄経による輻射点移動の回帰直線を求めると、３つのデータでそれぞれ異なる結果が得られる。これは、SonotaCo ネットのデータだけでなく、CAMS や EDMOND のデータを用いても同様である。

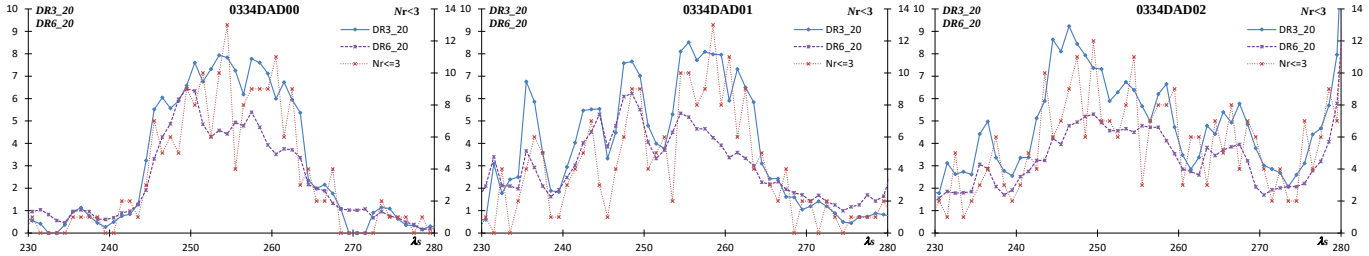


図 2a：SonotaCo ネットのデータによる DAD00~02 の推定活動曲線。

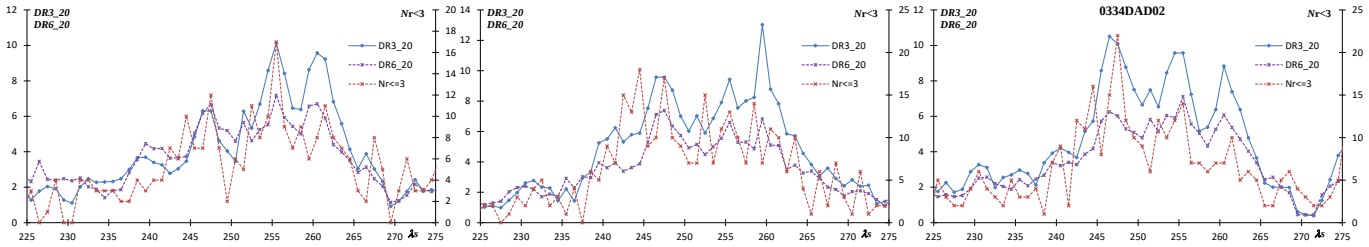


図 2b：CAMS のデータによる左から DAD00~02 の推定活動曲線。

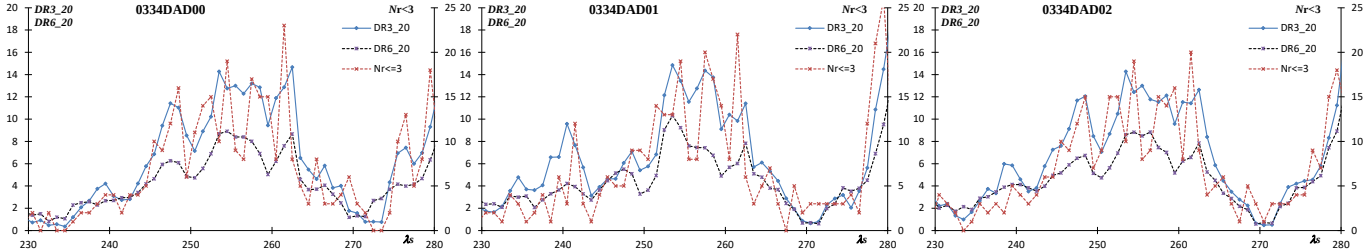


図 2c：EDMOND のデータによる DAD00~02 の活動曲線。

図 2a~c に輻射点移動を補正した、輻射点中心から 15~20 度の範囲にある輻射点の密度に対する輻射点の中心から 3 度以内に入る輻射点密度の比(DR3_20)と、6 度以内に入る輻射点密度の比(DR6_20)による活動曲線を示した。推定極大の太陽黄経、曲線の形のいずれもそれぞれかなり異なっていることが分かる。

基本的には太陽黄経 250~260 度の間に 1 つの極大がありそうであるが、太陽黄経 240~250 度の間にも別の極大がありそうに思われる。さらに、太陽黄経 270 度以降で活動曲線が上向いている。これは、しぶんぎ群の影響によるものが大きいのだが、付録の輻射点分布を見ると、しぶんぎ群の活動の前(λs<280)に図の中心より右側（西）に輻射点がやや集中した場所が見られる。一方、しぶんぎ群の輻射点は図の中心より左側（東）に現れてくる。

３．２　DAD は複合群

上記の検討から推定される 3 つの流星活動に対して表 4 に示す仮の値を設定して、DAD0~2 と同様の調査を行った。

表４：IAUMDC に掲載されている DAD の検討から推定される３つの活動調査の初期値。

	λs	λ-λs	β	Δλs	Δr
A	242	258	63	10	3
B	262	274	63	10	3
C	277	263	65	5	3

註：輻射点の仮位置は付録の輻射点分布から推定した。太陽黄経は３つが互いに重ならないよう、また、C については、しぶんぎ群の極大にかからないように選択したものであり、極大を意味しているわけではない。

A

表 4 に示す A を中心として DAD0~2 と同様に輻射点移動の回帰直線が収束するように計算すると、SonotaCo ネット及び CAMS のデータはほぼ同じ結果を示す。ここでは SonotaCo ネットによる輻射点分布（図３a）と活動曲線（図３b）を示す。

A の活動は#0392NID01（表２参照）に一致する。しかし、IAUMDC の NID01 には矛盾がある。ここでは NID01 の極大時の太陽黄経 242.0 に基づいて(λ-λs, β)を計算しているが、軌道要素の昇降点黄経は 254.4 である。輻射点の値が昇降点黄経に対応するものであれば NID01 は、むしろ DKD の活動に近くなる。IAUMDC には NID02 も掲載されているが、これの太陽黄経は 225.4 であり、この A の活動とは関係ない。A の活動と一致するのは NID01 を太陽黄経 242.0 の活動とみなした場合である。

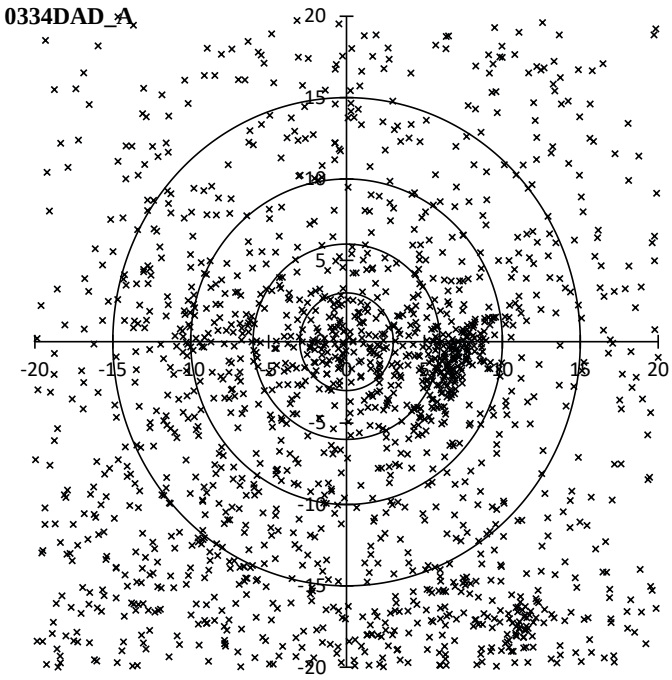


図 3a：SonotaCo ネットによる DAD_A の輻射点分布。

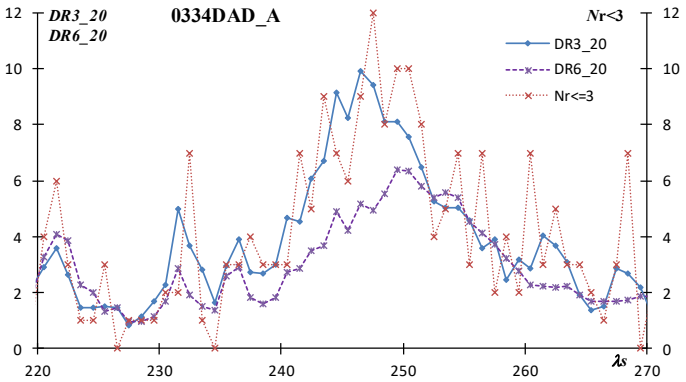


図 3b：SonotaCo ネットによる DAD_A の活動曲線。

図３a で中心の右側にあるのが DKD、右下隅が NSU である。CAMS のデータでは DAD とされる流星の帰属判定は 336_334 となっている。これは #0334DAD は#0336DKD の一部とみなされていることを意味する。しかし、輻射点分布からも活動曲線からも、明らかにこの A の活動は DKD から独立したものである。

EDMOND の観測では、この A の活動は、はっきりとしない。

表５：SonotaCo ネットによる A の輻射点移動と軌道要素の変化。

λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
230	263.4	59.4	180.6	69.5	41.6	0.538	0.981	75.8	192.5	230.0	53.1	-12.2	2.12
231	263.1	59.6	181.7	69.4	41.6	0.544	0.981	75.6	192.8	231.0	54.2	-12.3	2.15
232	262.9	59.8	182.7	69.2	41.5	0.551	0.980	75.3	193.0	232.0	55.3	-12.5	2.18
233	262.6	60.0	183.8	69.0	41.5	0.558	0.980	75.1	193.1	233.0	56.4	-12.7	2.22
234	262.3	60.2	184.8	68.9	41.4	0.565	0.979	74.9	193.3	234.0	57.5	-12.9	2.25
235	262.0	60.4	185.8	68.7	41.4	0.571	0.979	74.7	193.5	235.0	58.6	-13.0	2.28
236	261.7	60.6	186.8	68.5	41.4	0.578	0.978	74.5	193.7	236.0	59.7	-13.2	2.32
237	261.5	60.8	187.8	68.4	41.3	0.585	0.978	74.2	193.9	237.0	60.8	-13.4	2.35
238	261.2	61.0	188.8	68.2	41.3	0.592	0.977	74.0	194.1	238.0	61.9	-13.5	2.39
239	260.9	61.2	189.7	68.0	41.3	0.598	0.976	73.8	194.2	239.0	63.0	-13.7	2.43
240	260.6	61.4	190.7	67.9	41.2	0.605	0.976	73.6	194.4	240.0	64.1	-13.8	2.47
241	260.3	61.5	191.6	67.7	41.2	0.612	0.975	73.4	194.6	241.0	65.2	-13.9	2.51
242	260.0	61.7	192.5	67.5	41.2	0.619	0.975	73.2	194.7	242.0	66.3	-14.1	2.56
243	259.7	61.9	193.4	67.4	41.1	0.625	0.974	72.9	194.9	243.0	67.5	-14.2	2.60
244	259.3	62.1	194.3	67.2	41.1	0.632	0.974	72.7	195.0	244.0	68.6	-14.3	2.65
245	259.0	62.3	195.1	67.1	41.0	0.639	0.973	72.5	195.2	245.0	69.7	-14.4	2.70
246	258.7	62.5	196.0	66.9	41.0	0.646	0.973	72.3	195.3	246.0	70.8	-14.6	2.75
247	258.4	62.7	196.8	66.8	41.0	0.653	0.972	72.1	195.4	247.0	71.9	-14.7	2.80
248	258.1	62.8	197.6	66.6	40.9	0.659	0.972	71.9	195.6	248.0	73.0	-14.8	2.85
249	257.7	63.0	198.4	66.4	40.9	0.666	0.971	71.7	195.7	249.0	74.1	-14.9	2.91
250	257.4	63.2	199.2	66.3	40.9	0.673	0.971	71.5	195.8	250.0	75.2	-15.0	2.97
251	257.0	63.4	200.0	66.2	40.8	0.680	0.970	71.3	196.0	251.0	76.3	-15.1	3.03
252	256.7	63.6	200.8	66.0	40.8	0.687	0.970	71.0	196.1	252.0	77.4	-15.2	3.10
253	256.3	63.8	201.5	65.9	40.8	0.694	0.969	70.8	196.2	253.0	78.5	-15.3	3.16
254	256.0	63.9	202.3	65.7	40.7	0.700	0.969	70.6	196.3	254.0	79.6	-15.4	3.23
255	255.6	64.1	203.0	65.6	40.7	0.707	0.968	70.4	196.5	255.0	80.7	-15.5	3.31
256	255.3	64.3	203.7	65.5	40.6	0.714	0.968	70.2	196.6	256.0	81.8	-15.6	3.38
257	254.9	64.5	204.4	65.3	40.6	0.721	0.968	70.0	196.7	257.0	82.9	-15.7	3.47
258	254.5	64.6	205.1	65.2	40.6	0.728	0.967	69.8	196.8	258.0	84.0	-15.7	3.55
259	254.2	64.8	205.8	65.1	40.5	0.735	0.967	69.6	196.9	259.0	85.1	-15.8	3.64
260	253.8	65.0	206.5	64.9	40.5	0.741	0.966	69.4	197.0	260.0	86.2	-15.9	3.74

B

３つの観測データのいずれも、極大が明瞭でなく、また、輻射点分布の広がりも大きい。EDMOND による輻射点分布（図４a）と活動曲線（図４b）を示す。

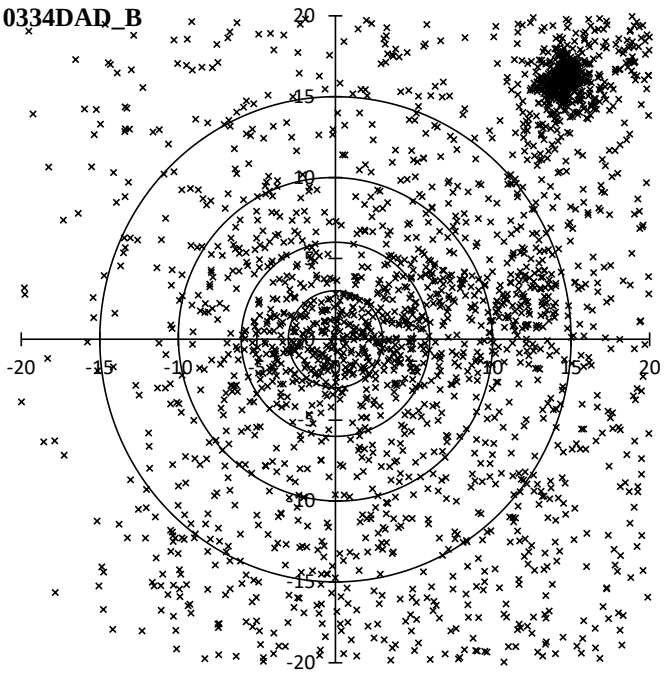


図 4a：EDMOND による DAD_B の輻射点分布。

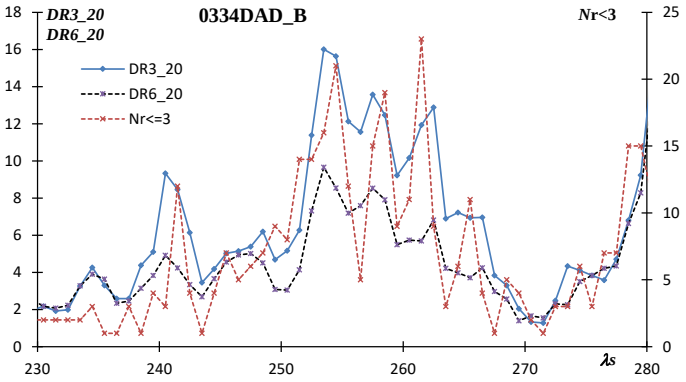


図 4b：EDMOND による DAD_B の活動曲線。

輻射点分布の右上にみられるのは、こぐま群である。また中央右寄り 10~15 度の範囲に DKD の末期出現が捉えられている。A に比べて輻射点が左右に 6 度程度まで広がっているように見られる。

活動曲線には中心から 3 度以内と 6 度以内の輻射点密度比(それぞれ DR3_20 と DR6_20)を示しているが、両者の増減に大きな違いは見られない。いずれも太陽黄経 253.5 度が極大となっている。しかし、Nr<=3 は激しく増減を繰り返し、太陽黄経 261.5 度で極大となる。ここでは省略するが、DR15(3 度以内の輻射点密度と 10~15 度の範囲の輻射点密度の比)でも太陽黄経 261.5 度が極大である。B 自体がさらに小規模な流星群に分けられるか、データ数が少ないための見せかけの変動であるか明確ではない。SonotaCo ネット、CAMS も極大はおよそ太陽黄経 253.5~261.5 度の範囲にあり、A のような単一の極大は見られない。

太陽黄経 270 度以降で DR で見る活動が低下しているように見えるのは、こぐま群の影響が比較対象としている中心から 15~20 度の範囲に及ぶためもあるが、こぐま群に影響されない Nr<=3 でも減少しており、B の活動は太陽黄経 270 度までに終了していると考えられる。

表６：EDMOND による B の輻射点移動と軌道要素の変化。

λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
240	272.6	62.3	200.7	63.8	39.7	0.532	0.987	71.6	177.8	240.0	59.3	2.1	2.11
241	272.6	62.3	201.3	63.5	39.8	0.536	0.987	71.6	177.8	241.0	60.3	2.1	2.13
242	272.5	62.3	202.0	63.1	39.8	0.540	0.987	71.7	177.8	242.0	61.3	2.0	2.15
243	272.5	62.3	202.6	62.8	39.9	0.544	0.987	71.8	177.9	243.0	62.3	2.0	2.16
244	272.4	62.3	203.2	62.4	40.0	0.548	0.987	71.8	177.9	244.0	63.4	2.0	2.18
245	272.4	62.3	203.8	62.1	40.0	0.551	0.986	71.9	178.0	245.0	64.4	1.9	2.20
246	272.3	62.4	204.4	61.7	40.1	0.555	0.986	71.9	178.0	246.0	65.4	1.9	2.22
247	272.3	62.4	204.9	61.4	40.2	0.559	0.986	72.0	178.1	247.0	66.4	1.8	2.24
248	272.2	62.4	205.5	61.1	40.2	0.563	0.986	72.0	178.1	248.0	67.4	1.8	2.26
249	272.2	62.4	206.1	60.7	40.3	0.567	0.986	72.1	178.1	249.0	68.4	1.8	2.28
250	272.2	62.4	206.7	60.4	40.4	0.571	0.986	72.2	178.2	250.0	69.4	1.7	2.30
251	272.1	62.4	207.3	60.1	40.4	0.575	0.986	72.2	178.2	251.0	70.5	1.7	2.32
252	272.1	62.4	207.9	59.7	40.5	0.578	0.985	72.3	178.3	252.0	71.5	1.7	2.34
253	272.0	62.4	208.5	59.4	40.6	0.582	0.985	72.3	178.3	253.0	72.5	1.6	2.36
254	272.0	62.4	209.0	59.1	40.6	0.586	0.985	72.4	178.3	254.0	73.5	1.6	2.38
255	271.9	62.4	209.6	58.7	40.7	0.590	0.985	72.5	178.4	255.0	74.5	1.6	2.40
256	271.9	62.4	210.2	58.4	40.7	0.594	0.985	72.5	178.4	256.0	75.5	1.5	2.43
257	271.8	62.4	210.8	58.1	40.8	0.598	0.985	72.6	178.4	257.0	76.5	1.5	2.45
258	271.8	62.4	211.3	57.8	40.9	0.602	0.985	72.6	178.5	258.0	77.5	1.5	2.47
259	271.7	62.4	211.9	57.5	40.9	0.606	0.985	72.7	178.5	259.0	78.6	1.4	2.50
260	271.7	62.4	212.5	57.1	41.0	0.610	0.984	72.8	178.5	260.0	79.6	1.4	2.52
261	271.6	62.5	213.0	56.8	41.1	0.614	0.984	72.8	178.6	261.0	80.6	1.4	2.55
262	271.6	62.5	213.6	56.5	41.1	0.618	0.984	72.9	178.6	262.0	81.6	1.3	2.58
263	271.5	62.5	214.2	56.2	41.2	0.622	0.984	72.9	178.7	263.0	82.6	1.3	2.60
264	271.5	62.5	214.7	55.9	41.3	0.626	0.984	73.0	178.7	264.0	83.6	1.3	2.63
265	271.5	62.5	215.3	55.6	41.3	0.630	0.984	73.0	178.7	265.0	84.6	1.2	2.66
266	271.4	62.5	215.9	55.3	41.4	0.634	0.984	73.1	178.7	266.0	85.6	1.2	2.69
267	271.4	62.5	216.4	55.0	41.5	0.638	0.984	73.2	178.8	267.0	86.6	1.2	2.72

268	271.3	62.5	217.0	54.7	41.5	0.643	0.984	73.2	178.8	268.0	87.7	1.1	2.75
269	271.3	62.5	217.5	54.4	41.6	0.647	0.984	73.3	178.8	269.0	88.7	1.1	2.78
270	271.2	62.5	218.1	54.1	41.6	0.651	0.984	73.3	178.9	270.0	89.7	1.1	2.82

C

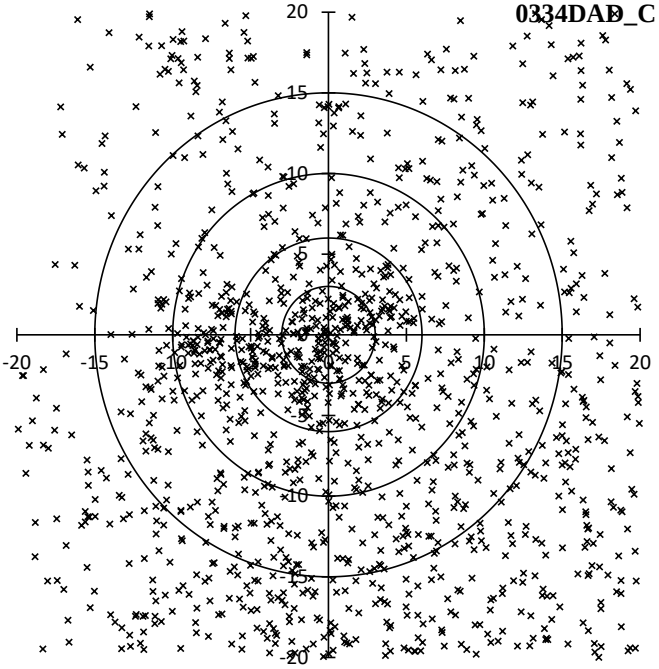


図 5a：CAMS による DAD_C の輻射点分布。

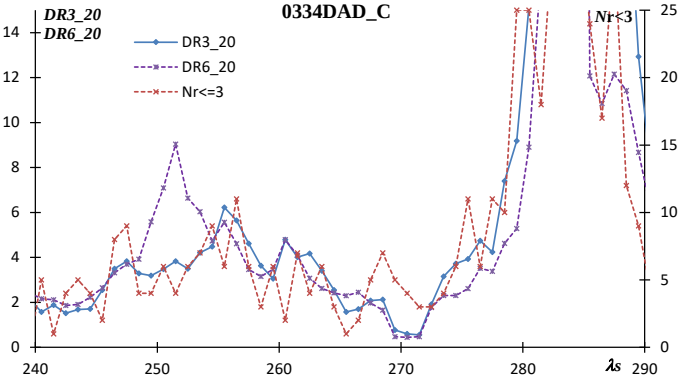


図 5b：CAMS による DAD_C の活動曲線。

SonotaCo ネットと CAMS の結果はよく似ている。ここでは CAMS による輻射点分布（図 5a）と活動曲線（図 5b）を示す。

輻射点分布は太陽黄経 272~282 度の範囲を示したものなので、しぶんぎ群の活動が中心から左に 6 度あたりに見えている。付録に示した太陽黄経 3 度幅の輻射点分布を見れば、しぶんぎ群の活動に先行して C の活動が始まる様子が分かる。隣接はしていても C としぶんぎ群の活動は区別される。

活動曲線はしぶんぎ群の活動に近接しているために、太陽黄経 280 度以降でその影響に飲み込まれている。しかし、活動が太陽黄経 270 度以降に始まり、B の活動と明瞭に区別されるべきであることがわかる。

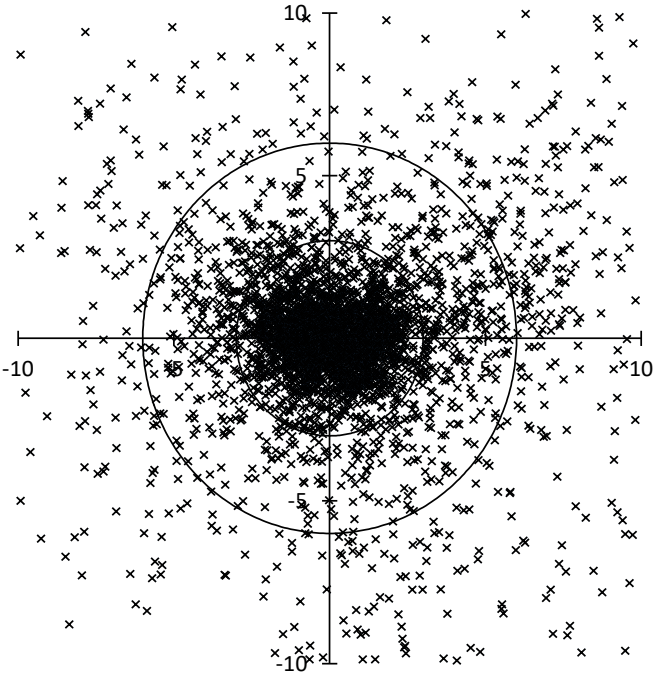


図 6a：SonotaCo ネットによるしぶんぎ群の輻射点分布。範囲は中心から 10 度である。

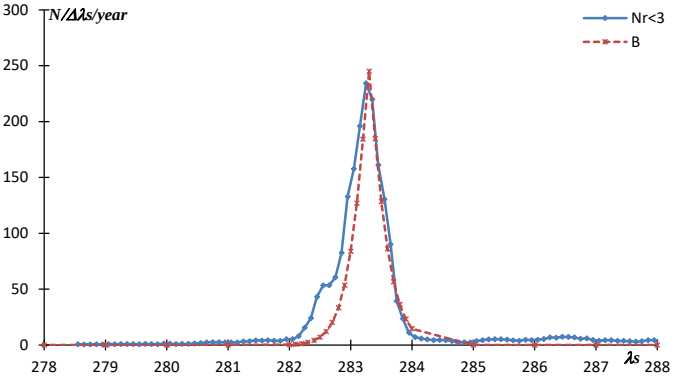


図 6b：SonotaCo ネットによるしぶんぎ群の活動曲線。縦軸が DAD のものと異なる。

「ビデオ観測による流星群データ集」に収録した、しぶんぎ群の輻射点分布（図 6a）と活動曲線（図 6b）を示す。

輻射点分布図は、「ビデオ観測による流星群データ集」に収録した流星群一般に適応される中心から 10 度以内のものなので、しぶんぎ群の輻射点がほぼ中心から 3 度以内にあることと、右斜め上に向けて 3~8 度の範囲に尾のように輻射点が伸びている様子が見られる。

また、図 6b において、活動曲線（実線）は極大前において推定曲線（破線）よりも上側にずれている。この推定曲線は極大時の軌道（近日点方向）を基準にして、極大から離れた太陽黄経における軌道のずれから推定したものである。この輻射点の伸び（尾）と活動曲線の膨らみが C の活動を裏付けるものと考えられる。

興味深いのは、EDMOND による観測である。EDMOND の観測にはしぶんぎ群が比較的少ないためか、SonotaCo ネットや CAMS と異なり、C の活動をしぶんぎ群の活動から分離することができている。

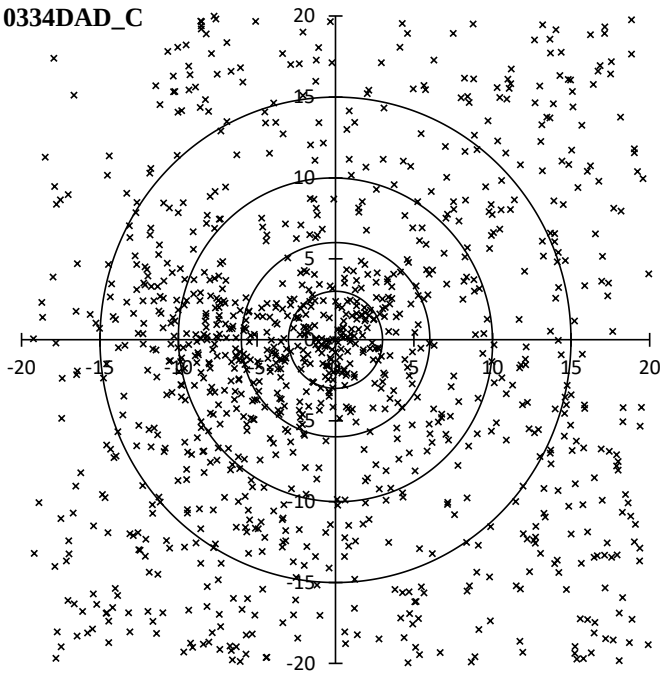


図 7a：EDMOND による DAD_C の輻射点分布。

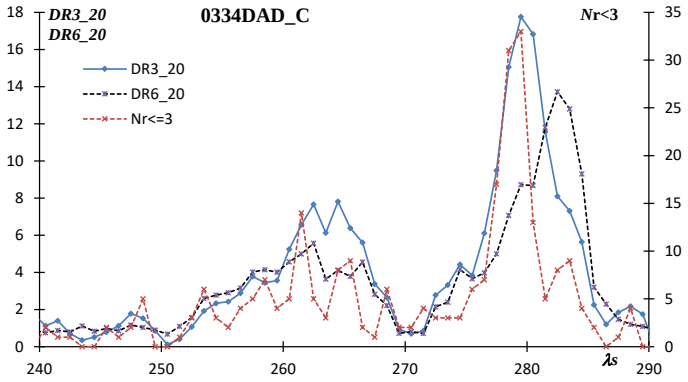


図 7b：EDMOND による DAD_C の活動曲線。

輻射点分布（図 7a）からは輻射点がしぶんぎ群に隣接することが分かる。しかし、活動曲線（図 7b）で、Nr<=3 及び DR3_20 によると極大は太陽黄経 279.5 度で、明らかにしぶんぎ群と区別されている。また活動の開始は太陽黄経 270 度以降で、太陽黄経 290 度まで活動が続くといられる。SonotaCo ネットによるしぶんぎ群の活動曲線からは極大がもう少し遅い可能性もあるが、しぶんぎ群の活動と C の活動の規模の違いがあまりに大きく、これ以上推定は現時点では困難である。

表 7 a：**CAMS による C の輻射点移動と軌道要素の変化。**

λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
270	261.4	65.1	216.0	59.0	44.1	0.940	0.979	73.4	188.2	270.0	92.4	-7.9	16.26
271	261.9	65.0	216.8	58.5	43.7	0.911	0.979	73.1	187.9	271.0	93.3	-7.5	10.99
272	262.4	65.0	217.5	58.0	43.3	0.882	0.980	72.8	187.5	272.0	94.2	-7.1	8.33
273	262.9	65.0	218.3	57.5	42.9	0.854	0.980	72.5	187.1	273.0	95.1	-6.8	6.72
274	263.4	65.0	219.0	57.0	42.6	0.826	0.980	72.2	186.7	274.0	96.1	-6.4	5.65
275	263.9	64.9	219.8	56.5	42.2	0.799	0.981	71.9	186.3	275.0	97.0	-6.0	4.88
276	264.5	64.9	220.6	56.0	41.8	0.772	0.981	71.6	185.8	276.0	97.9	-5.5	4.30
277	265.0	64.8	221.3	55.5	41.4	0.745	0.982	71.3	185.4	277.0	98.7	-5.1	3.85
278	265.5	64.8	222.1	55.1	41.1	0.719	0.982	70.9	184.9	278.0	99.6	-4.7	3.49
279	266.0	64.8	222.8	54.6	40.7	0.693	0.982	70.6	184.5	279.0	100.5	-4.2	3.20
280	266.5	64.7	223.6	54.1	40.3	0.667	0.982	70.3	184.0	280.0	101.3	-3.7	2.95
281	267.0	64.7	224.4	53.7	40.0	0.642	0.983	69.9	183.5	281.0	102.2	-3.2	2.75
282	267.5	64.6	225.1	53.2	39.6	0.617	0.983	69.6	182.9	282.0	103.0	-2.7	2.57
283	268.0	64.6	225.9	52.7	39.2	0.593	0.983	69.2	182.4	283.0	103.8	-2.2	2.42
284	268.5	64.5	226.6	52.3	38.8	0.569	0.983	68.8	181.8	284.0	104.6	-1.7	2.28
285	269.0	64.5	227.4	51.8	38.5	0.545	0.983	68.4	181.2	285.0	105.4	-1.1	2.16
286	269.5	64.4	228.2	51.4	38.1	0.522	0.983	68.1	180.5	286.0	106.2	-0.5	2.06
287	270.0	64.4	228.9	51.0	37.7	0.499	0.983	67.7	179.8	287.0	106.9	0.2	1.96
288	270.5	64.3	229.7	50.5	37.3	0.477	0.983	67.3	179.1	288.0	107.6	0.8	1.88
289	271.0	64.2	230.4	50.1	37.0	0.455	0.983	66.9	178.3	289.0	108.3	1.5	1.80
290	271.5	64.2	231.2	49.7	36.6	0.433	0.983	66.5	177.5	290.0	109.0	2.3	1.73

表 7 b：**EDMOND による C の輻射点移動と軌道要素の変化。**

λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
270	268.4	62.7	216.8	55.1	41.7	0.666	0.983	73.2	182.3	270.0	90.7	-2.2	2.94
271	267.6	63.0	217.2	55.3	41.4	0.662	0.983	72.7	183.3	271.0	92.0	-3.2	2.91
272	266.7	63.3	217.7	55.5	41.2	0.659	0.982	72.2	184.3	272.0	93.3	-4.1	2.88
273	265.9	63.6	218.1	55.6	40.9	0.655	0.982	71.6	185.2	273.0	94.7	-5.0	2.85
274	265.0	63.9	218.5	55.8	40.6	0.652	0.981	71.1	186.2	274.0	96.0	-5.9	2.82
275	264.0	64.2	218.9	56.0	40.3	0.649	0.980	70.5	187.1	275.0	97.4	-6.7	2.79
276	263.1	64.5	219.3	56.2	40.0	0.646	0.980	70.0	188.1	276.0	98.8	-7.6	2.77
277	262.2	64.7	219.7	56.3	39.7	0.643	0.979	69.4	189.0	277.0	100.2	-8.4	2.74
278	261.2	65.0	220.0	56.5	39.5	0.640	0.978	68.9	190.0	278.0	101.6	-9.3	2.72
279	260.2	65.2	220.4	56.7	39.2	0.637	0.976	68.3	190.9	279.0	103.1	-10.1	2.69

280	259.2	65.5	220.7	56.8	38.9	0.635	0.975	67.8	191.8	280.0	104.5	-10.9	2.67
281	258.1	65.7	221.0	57.0	38.6	0.632	0.974	67.2	192.7	281.0	106.0	-11.7	2.65
282	257.1	66.0	221.3	57.2	38.3	0.629	0.973	66.7	193.6	282.0	107.5	-12.4	2.62
283	256.0	66.2	221.6	57.4	38.0	0.627	0.971	66.1	194.5	283.0	109.0	-13.2	2.60
284	254.9	66.4	221.8	57.5	37.8	0.625	0.970	65.6	195.3	284.0	110.5	-13.9	2.58
285	253.8	66.6	222.1	57.7	37.5	0.622	0.968	65.0	196.2	285.0	112.0	-14.6	2.56
286	252.7	66.8	222.3	57.9	37.2	0.620	0.967	64.5	197.0	286.0	113.5	-15.3	2.54
287	251.6	67.0	222.5	58.1	36.9	0.618	0.965	63.9	197.9	287.0	115.1	-16.0	2.53
288	250.4	67.2	222.7	58.2	36.6	0.616	0.964	63.4	198.7	288.0	116.6	-16.7	2.51
289	249.2	67.4	222.8	58.4	36.3	0.614	0.962	62.8	199.5	289.0	118.2	-17.3	2.49
290	248.0	67.6	223.0	58.6	36.1	0.612	0.960	62.3	200.3	290.0	119.8	-17.9	2.47

表７c：SonotaCo ネットによるしぶんぎ群の輻射点移動と軌道要素の変化。

λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
270	277.7	60.3	219.6	50.4	41.8	0.578	0.977	74.9	168.9	270.0	87.1	10.7	2.32
271	277.6	60.6	220.4	50.3	41.7	0.582	0.977	74.6	169.2	271.0	88.1	10.4	2.34
272	277.6	60.8	221.2	50.2	41.5	0.585	0.977	74.3	169.4	272.0	89.1	10.2	2.36
273	277.5	61.1	222.1	50.2	41.4	0.589	0.978	74.0	169.6	273.0	90.1	10.0	2.38
274	277.4	61.3	222.8	50.1	41.3	0.592	0.978	73.7	169.9	274.0	91.1	9.7	2.40
275	277.4	61.6	223.6	50.0	41.2	0.596	0.978	73.3	170.1	275.0	92.1	9.5	2.42
276	277.3	61.8	224.4	50.0	41.1	0.599	0.978	73.0	170.3	276.0	93.1	9.3	2.44
277	277.2	62.1	225.2	49.9	41.0	0.603	0.978	72.7	170.5	277.0	94.2	9.0	2.46
278	277.1	62.3	226.0	49.9	40.8	0.606	0.979	72.4	170.8	278.0	95.2	8.8	2.48
279	277.1	62.6	226.7	49.8	40.7	0.610	0.979	72.1	171.0	279.0	96.2	8.6	2.51
280	277.0	62.9	227.5	49.8	40.6	0.613	0.979	71.8	171.2	280.0	97.2	8.4	2.53
281	276.9	63.1	228.3	49.7	40.5	0.617	0.979	71.5	171.4	281.0	98.2	8.2	2.55
282	276.8	63.4	229.0	49.7	40.4	0.620	0.979	71.1	171.6	282.0	99.3	7.9	2.58
283	276.7	63.6	229.8	49.7	40.3	0.624	0.979	70.8	171.8	283.0	100.3	7.7	2.60
284	276.7	63.9	230.5	49.6	40.1	0.627	0.980	70.5	172.0	284.0	101.3	7.5	2.63
285	276.6	64.1	231.2	49.6	40.0	0.631	0.980	70.2	172.2	285.0	102.3	7.3	2.65
286	276.5	64.4	232.0	49.6	39.9	0.634	0.980	69.9	172.4	286.0	103.4	7.1	2.68
287	276.4	64.6	232.7	49.6	39.8	0.638	0.980	69.6	172.6	287.0	104.4	6.9	2.70
288	276.3	64.9	233.4	49.6	39.7	0.641	0.980	69.3	172.8	288.0	105.4	6.8	2.73
289	276.2	65.2	234.1	49.6	39.5	0.645	0.980	69.0	173.0	289.0	106.5	6.6	2.76
290	276.1	65.4	234.8	49.6	39.4	0.648	0.981	68.7	173.1	290.0	107.5	6.4	2.79

４．検討

図 8 に「３．２　DAD は複合群」で取り上げた A~C 及びしぶんぎ群の輻射点移動の様子を示す。A から B さらに C そしてしぶんぎ群と連続している一連の活動とみられても不思議ではない。しかし、同じ太陽黄経で比べれば、輻射点の位置には数度の違いがあり、活動曲線で示したようにそれぞれ別の極大をもっている。これら３つの活動を独立したものと認めかどうかは、「流星群」をどのように定義するかという基本的な問題にかかわっている。

ここで図 9 を見てみよう。輻射点移動を求める際の「収束」をモデル化したもので、縦軸は活動曲線を上下反転させたものといえる。ここで「収束する」とは回帰直線がある特定の値に留まることで、図では曲線の傾斜をたどりながら極小に到達することを意味している。図の A の活動についてはどこから始めても極小にたどり着くことがわかる。これは活動曲線が単調な場合、活発な活動が見られる場合に相当する。

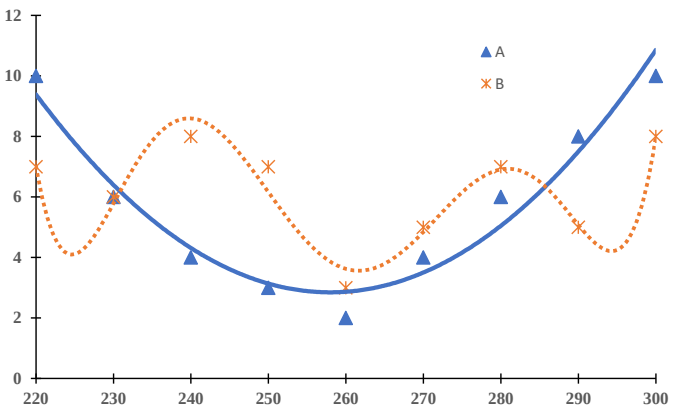


図 9：回帰直線が収束する様子（模式図）。

これに対して図の B のような活動（観測が不十分で極大を明確に捉えられていない場合も含む）では、初めの位置、つまり、初期値をどのように選ぶ（たとえば DAD0~2 や A~C でどのような値を使う）かで到達点が異なることが分かる。

実際の DAD の活動（データ）はもっと複雑で、DAD0~2 またそれらを SonotaCo ネット、CAMS、EDMOND のいずれと組み合わせるかによって得られる結論が異なってくる（「３．１　IAUMDC に登録されている DAD」参照）。

DAD0~2 の場合より、A~C の活動を想定した場合には３つのビデオ観測で似た結果が得られている。しかし、図 8 では C について比較のため CAMS と EDMOND の両方を示しているが、両者の輻射点移動の様子は大きく異なっている。しぶんぎ群の活動と C の活動には大きな違いがあり、しぶんぎ群の活動が活発な年に記録されたデータでは C としぶんぎ群の活動との区別が判然としなくなり、CAMS や SonotaCo ネットの観測では C の結果がしぶんぎ群に引き寄せられていると考えられる。

A~C の活動を想定したほうが'DAD'をよりよく理解できるが、しかし、散在流星や他に存在するかもしれない流星活動、また、しぶんぎ群との判別を明確にすることはできない。そもそも散在流星の出現と群活動とに明確な一線が引けるというのは大流星群の観測を引きずる迷信である。図 9 でモデル化した A と B とは極端な例であり、実際には両者の間には連続した類型がある。DAD を流星群として認めるのか、また、さらにそれを３つの流星群として分けるのか、これは「流星群」というものをどのように定義するのかという基本的な問題提起であろう。IAUMDC の流星群リストはまさにその問題を抱えている。

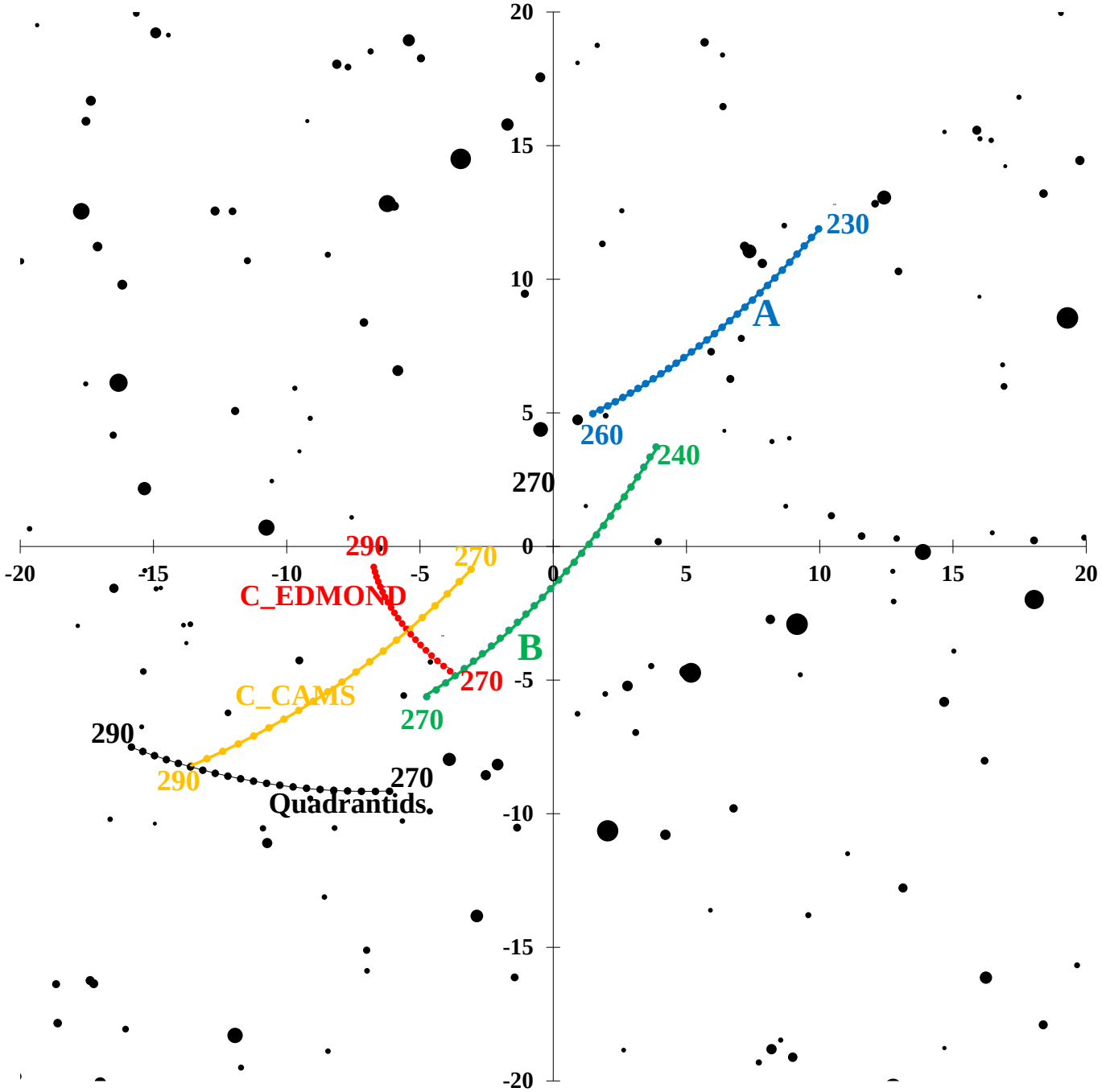


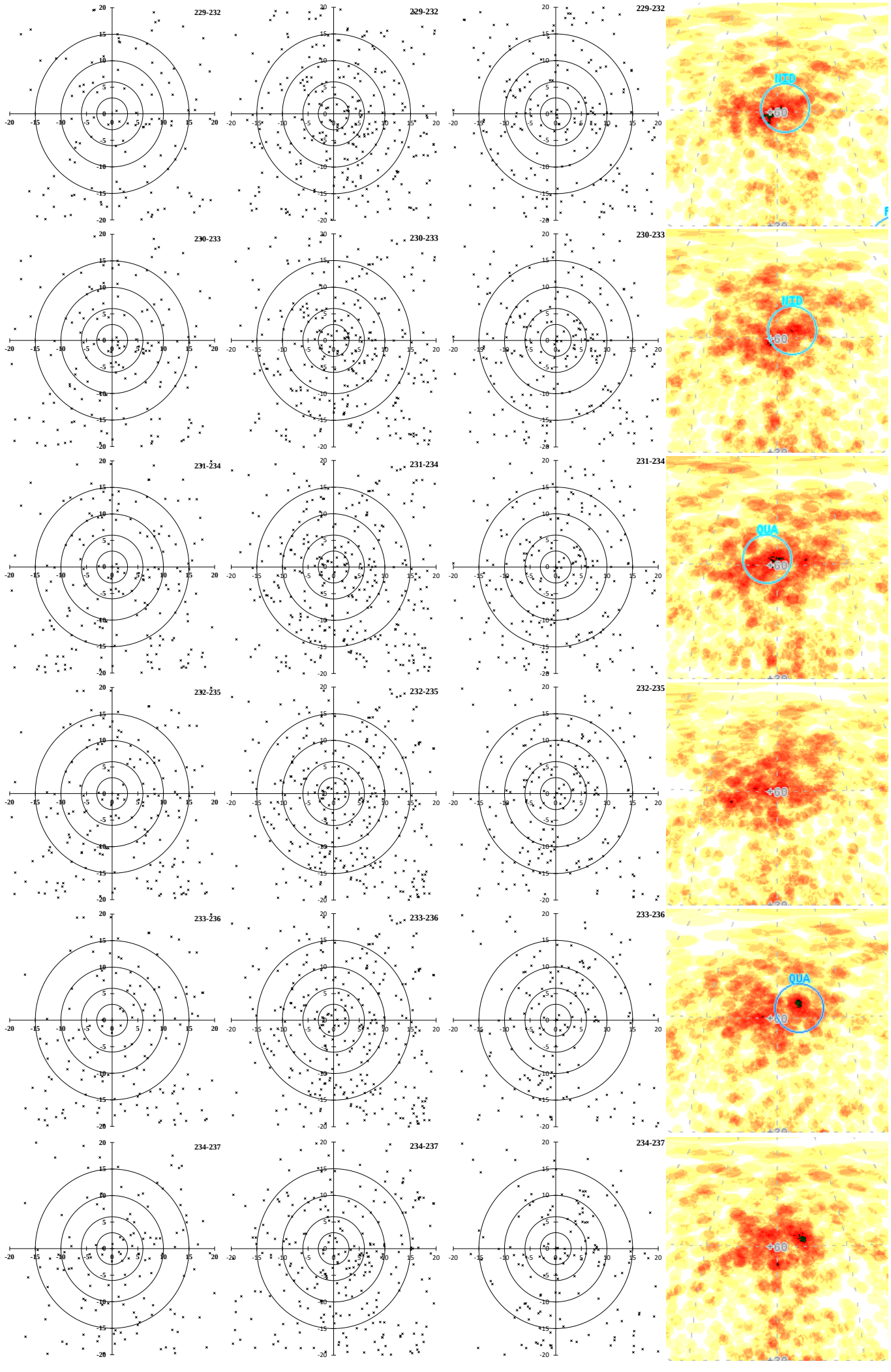
図 8：DAD_A~C としぶんぎ群の輻射点移動。DAD_C は CAMS と EDMOND による違いを示した。

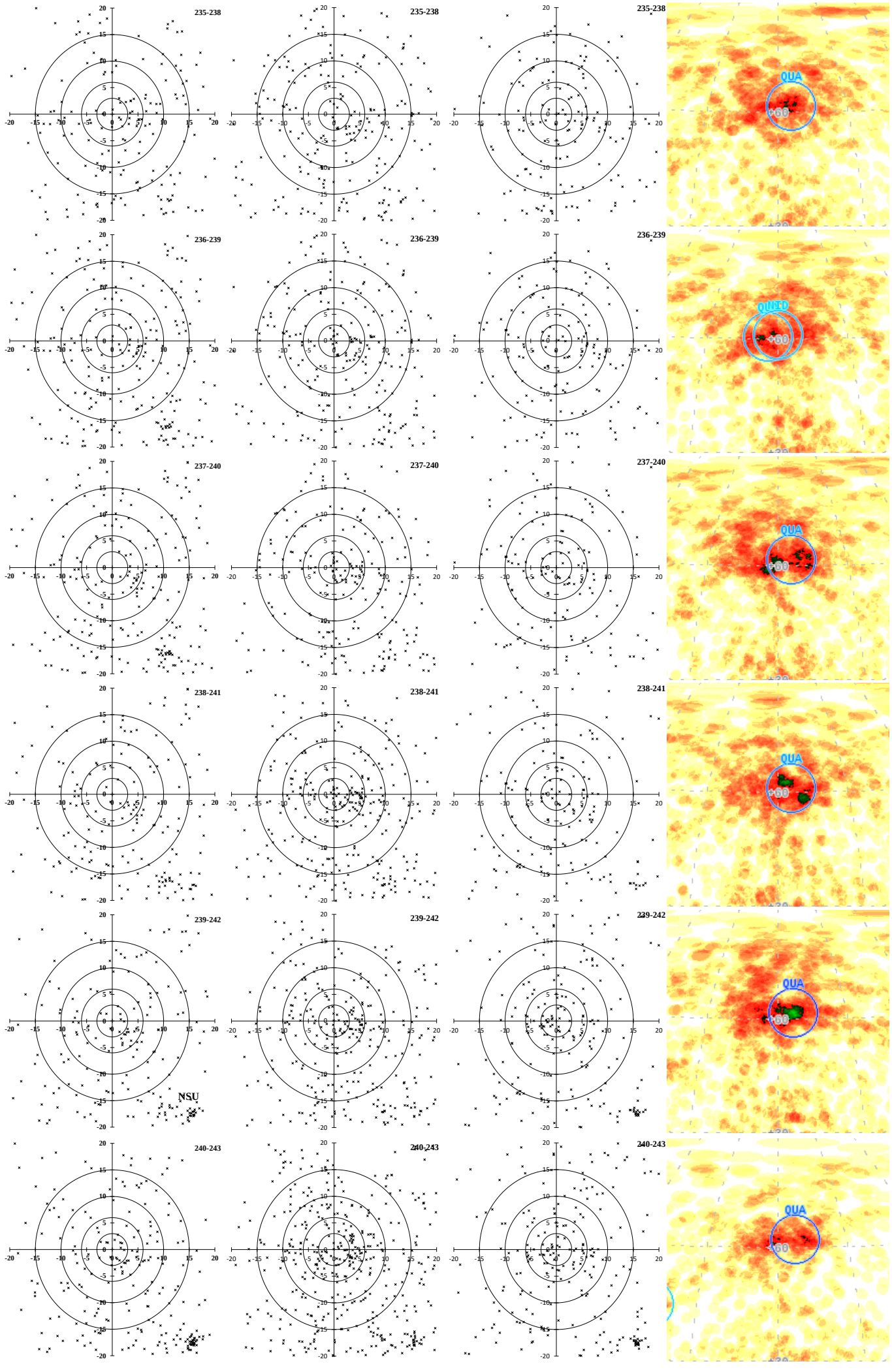
付録 : DAD の輻射点（0334DAD00, λs=256.5, λ-λs=266.1, β=63.0）を中心としたビデオ観測（SonotaCo ネット、CAMS、EDMOND）と電波観測（CMOR）による太陽黄経 230~300 度の輻射点分布。

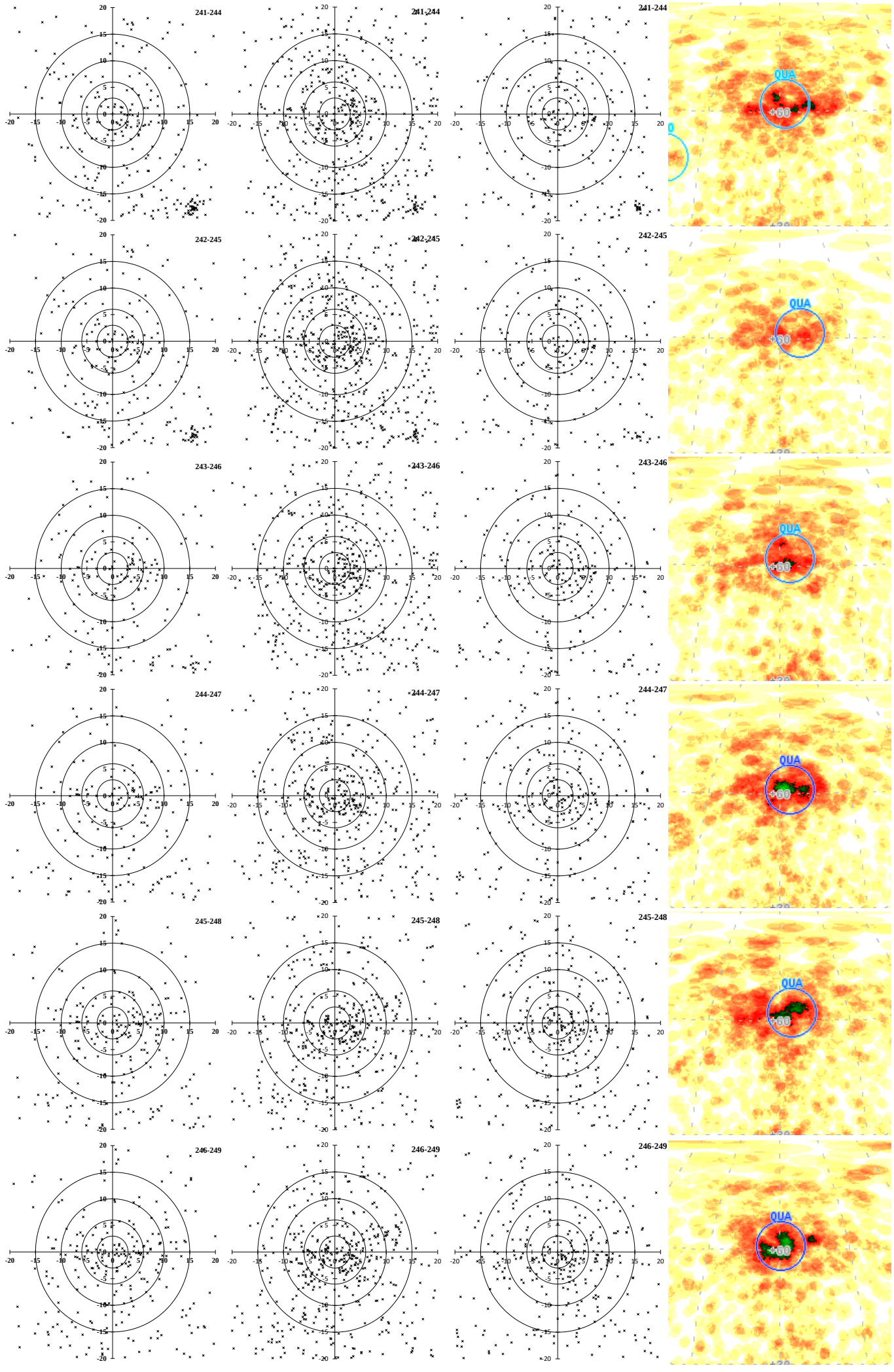
DAD の活動が長期にわたり、また、トロイダル北の活動と比較するために太陽黄経 230~300 度の間について、ビデオ観測と電波観測による輻射点分布を示した。ビデオ観測は太陽黄経 3 度幅、CMOR のものは太陽黄経 1 度ごとの分布である。例として、最初のものについて説明する。左側が SonotaCo ネットの観測で太陽黄経 229~232 度の間に観測された輻射点分布である。次が CAMS でその次が EDMOND の観測によるものである。一番右の CMOR(Canadian Meteor Orbit Radar)は太陽黄経 230 度のものだが、2018 年の観測を主として用いている。画像更新の時間が一定ではないのでダウンロードができなかったり、観測中断の場合もあるので一部には 2017 年と 2019 年の画像を使用している。なお、CMOR の画像は本来のものと色調を反転している。また、投影法が異なり、しかも、極付近であるのでビデオ観測の分布とは多少位置関係がずれていることに注意が必要である。以下の画像も同様の順番である。

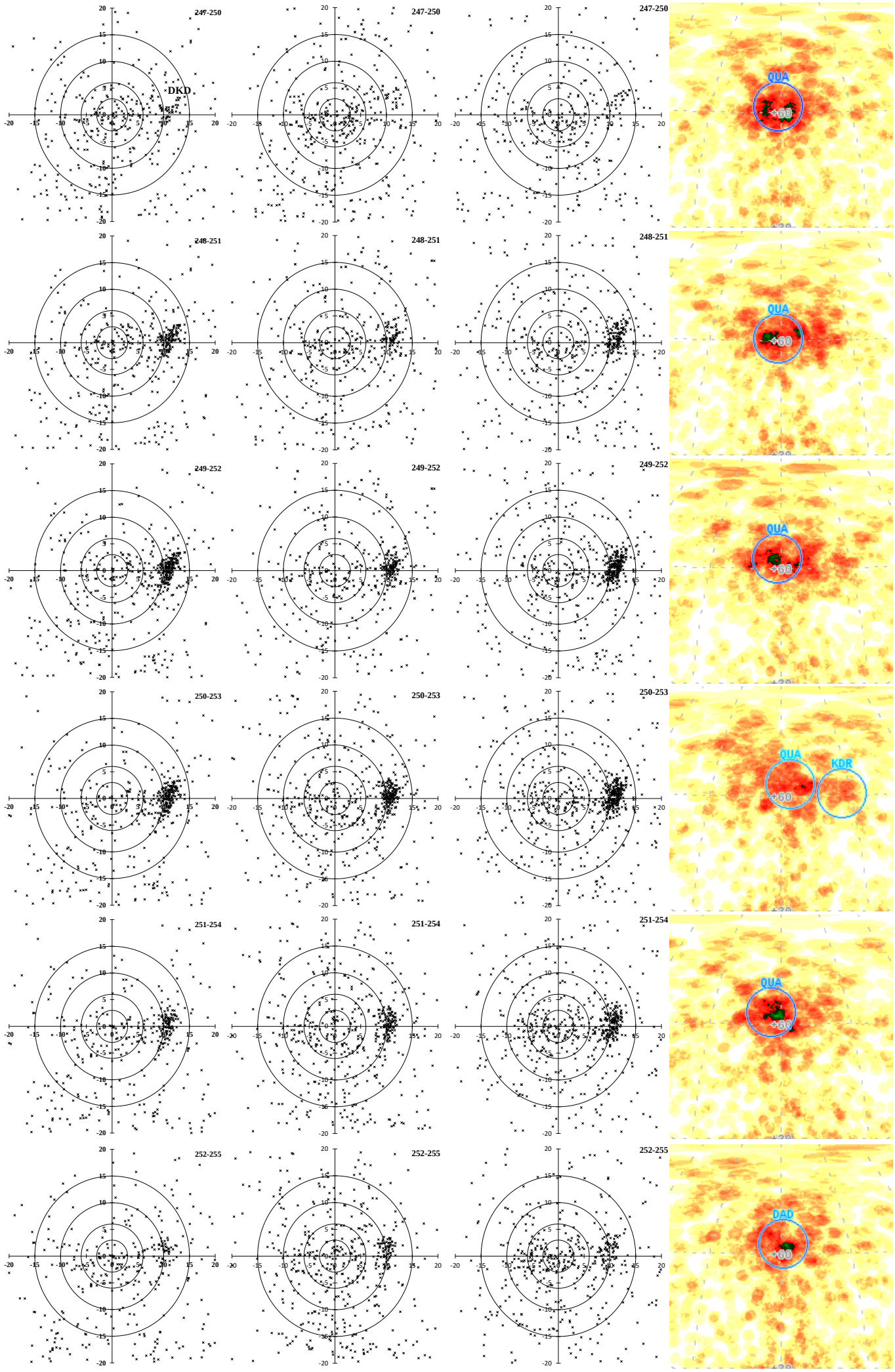
同じ太陽黄経であっても、ビデオ観測相互で輻射点分布にばらつきがみられる。これは、使用しているビデオ機器に多少の違いがあるためと、観測期間（年）にずれがあるためである。基本的には、散在流星による変動がこの程度はあるとみられる。

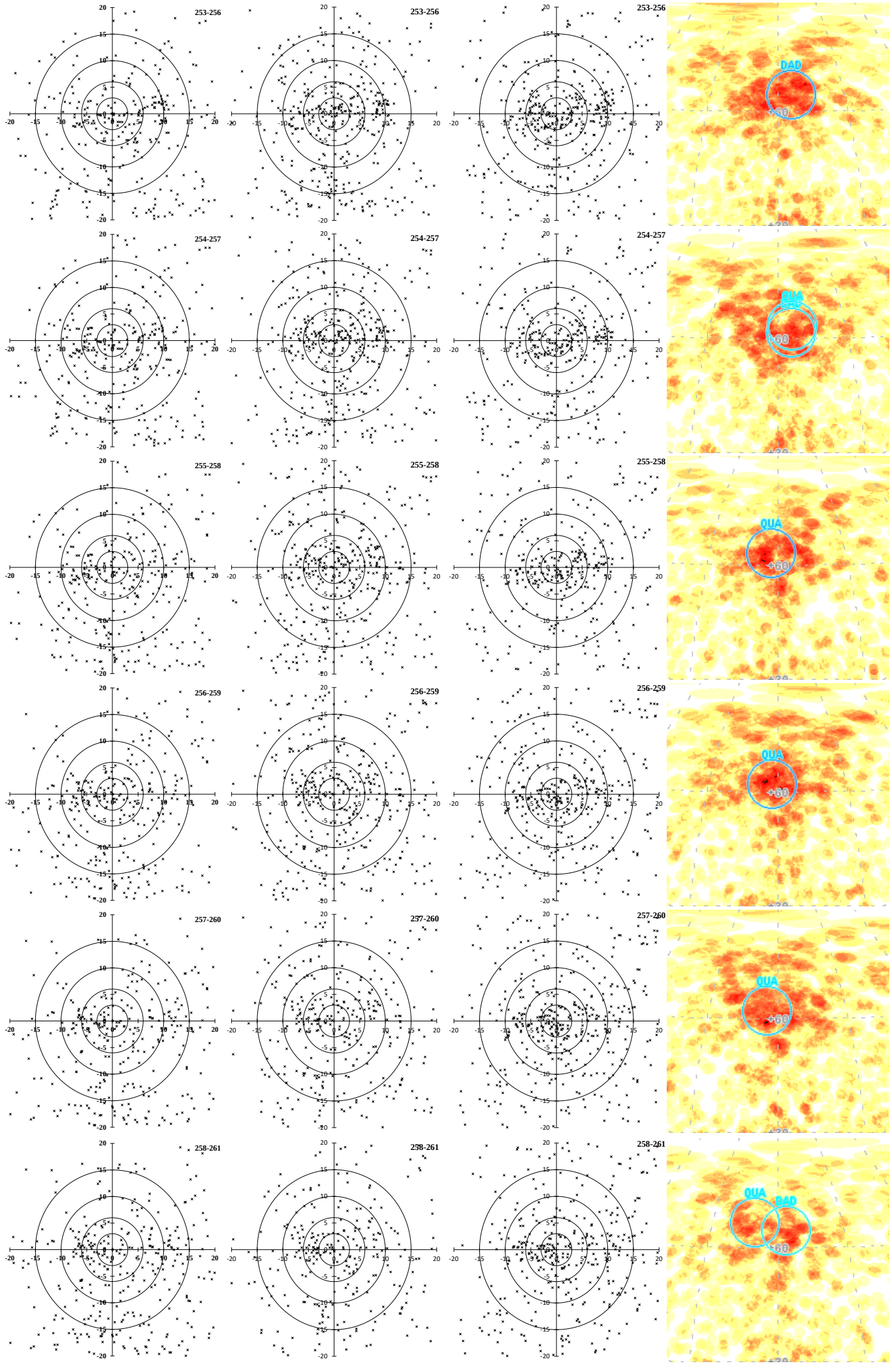
図示した範囲で DAD 以外の流星群については SonotaCo ネットの分布に IAUMDC の略号を記した（本文中の表２参照）。また、CMOR には IAUMDC の略号が記載されているが、QUA が極端に早い時期に登場している。これは、CMOR では QUA が‘トロイダル北’の一員とみなされており、流星群としての定義が従来のものと全く異なるためである。また、CMOR では DKD が SonotaCo ネットによって提案された KDR のままであることには注意が必要である。

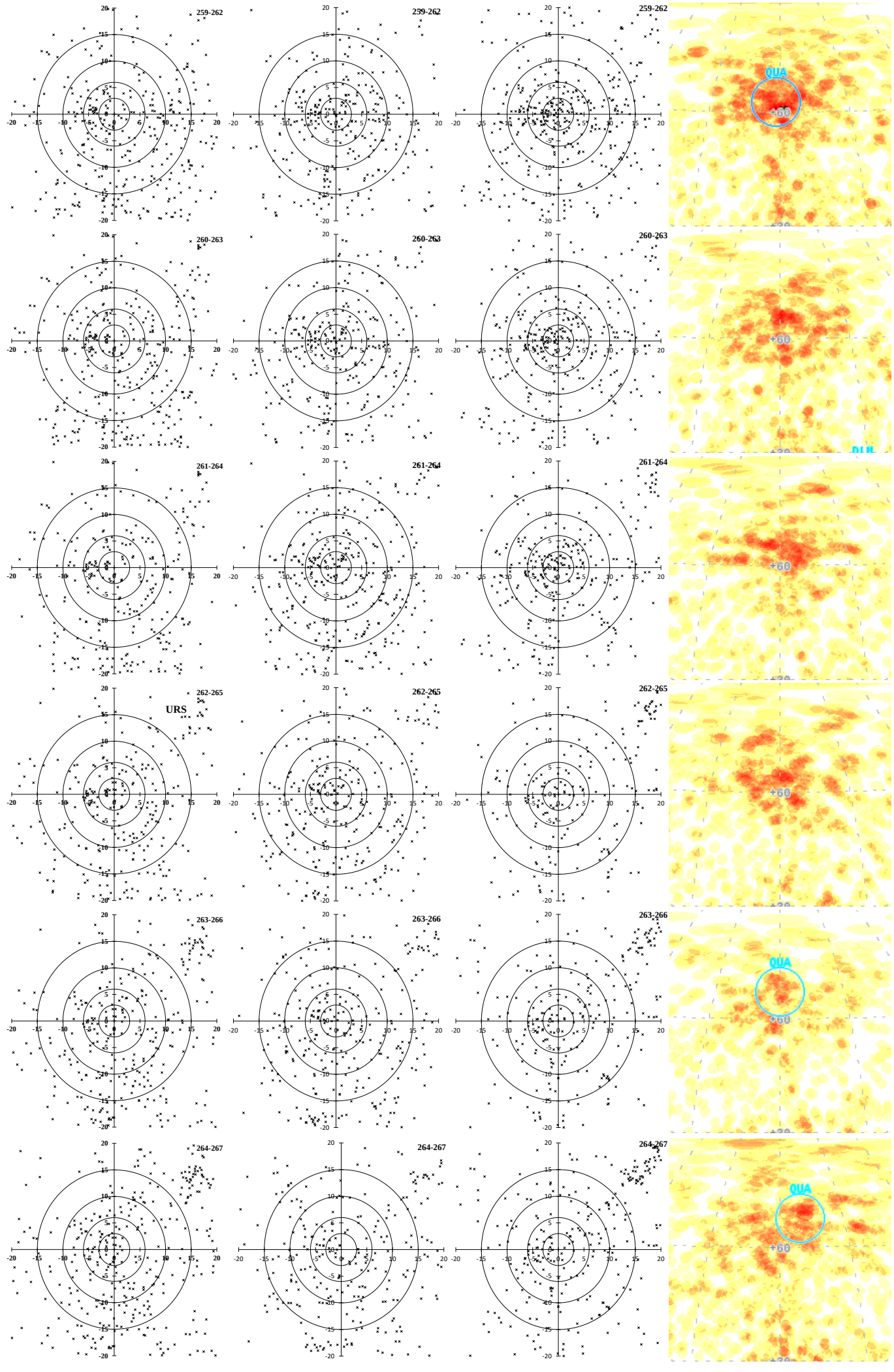

229-232
229-232
229-232
ITD
+60
230-233
230-233
230-233
ITD
+60
231-234
231-234
231-234
QUA
+60
232-235
232-235
232-235
+60
233-236
233-236
233-236
QUA
+30
234-237
234-237
234-237
+60

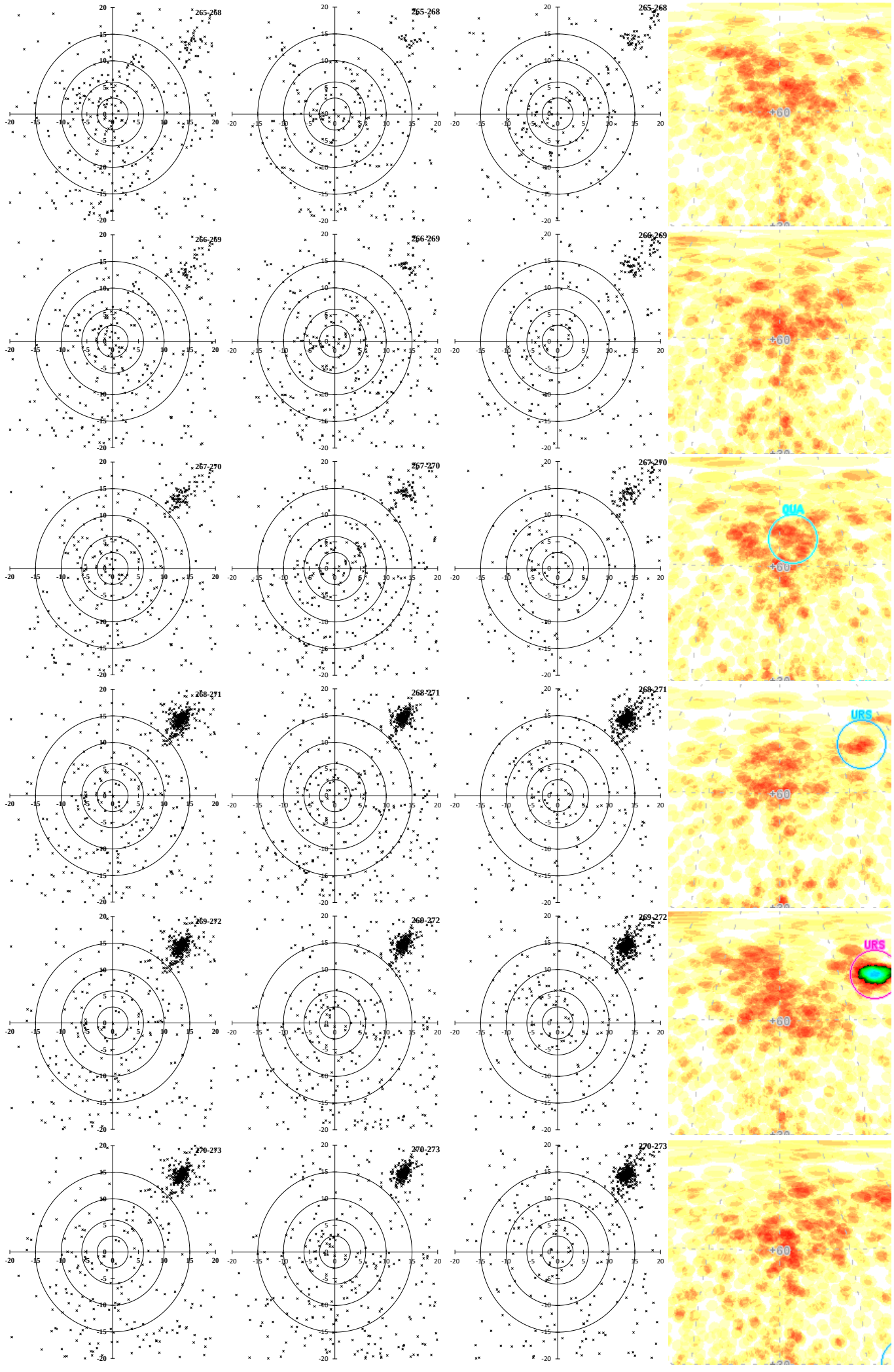

235-238
235-238
235-238
QUA
+60
236-239
236-239
236-239
QUIET
+60
237-240
237-240
237-240
QUA
+60
238-241
238-241
238-241
QUA
+60
239-242
239-242
239-242
QUA
+60
NSU
240-243
240-243
240-243
QUA
+60

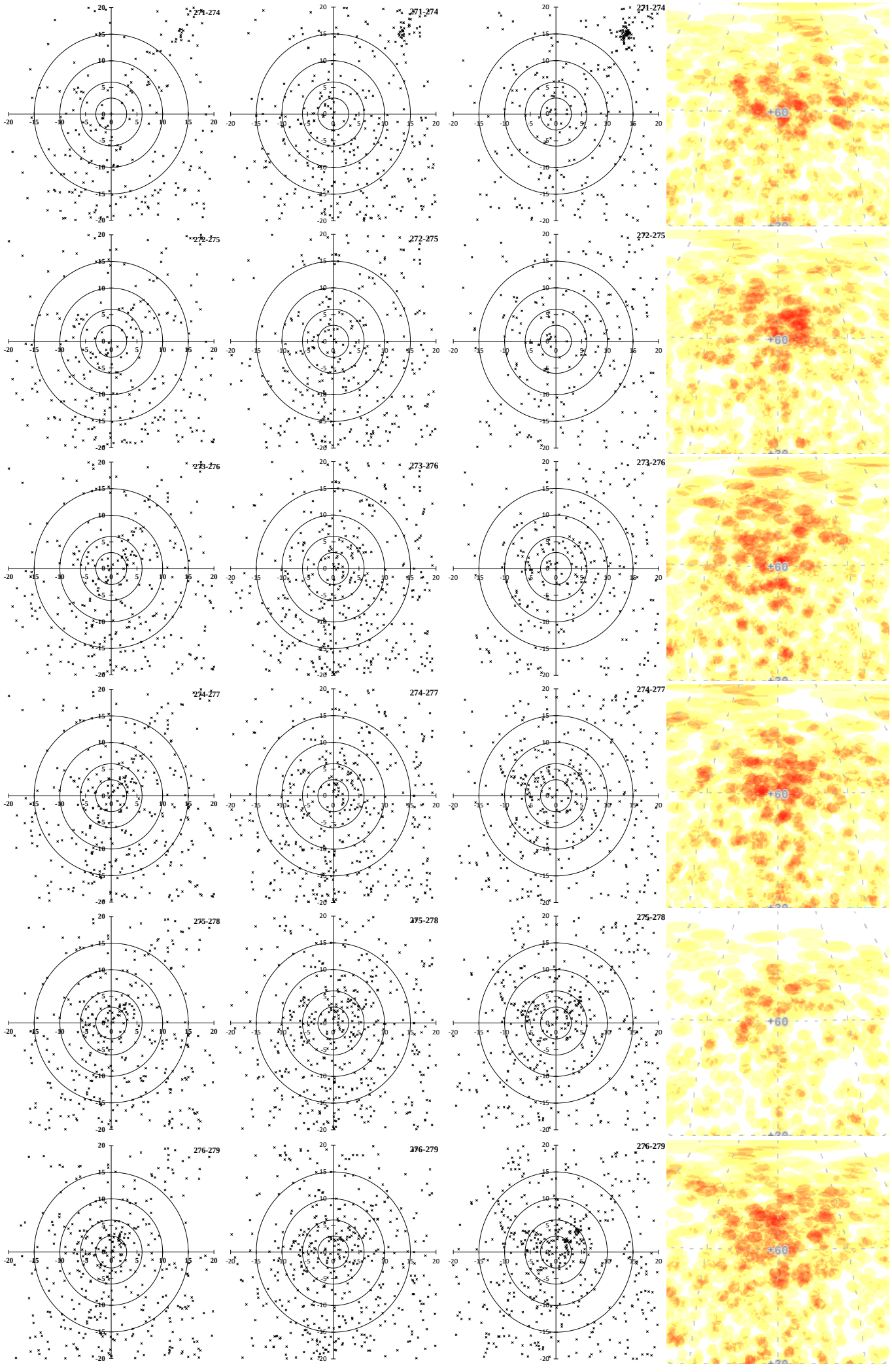

241-244
241-244
241-244
QUA
+60
242-245
242-245
242-245
QUA
+60
243-246
243-246
243-246
QUA
+60
244-247
244-247
244-247
QUA
+60
245-248
245-248
245-248
QUA
+60
246-249
246-249
246-249
QUA
+60

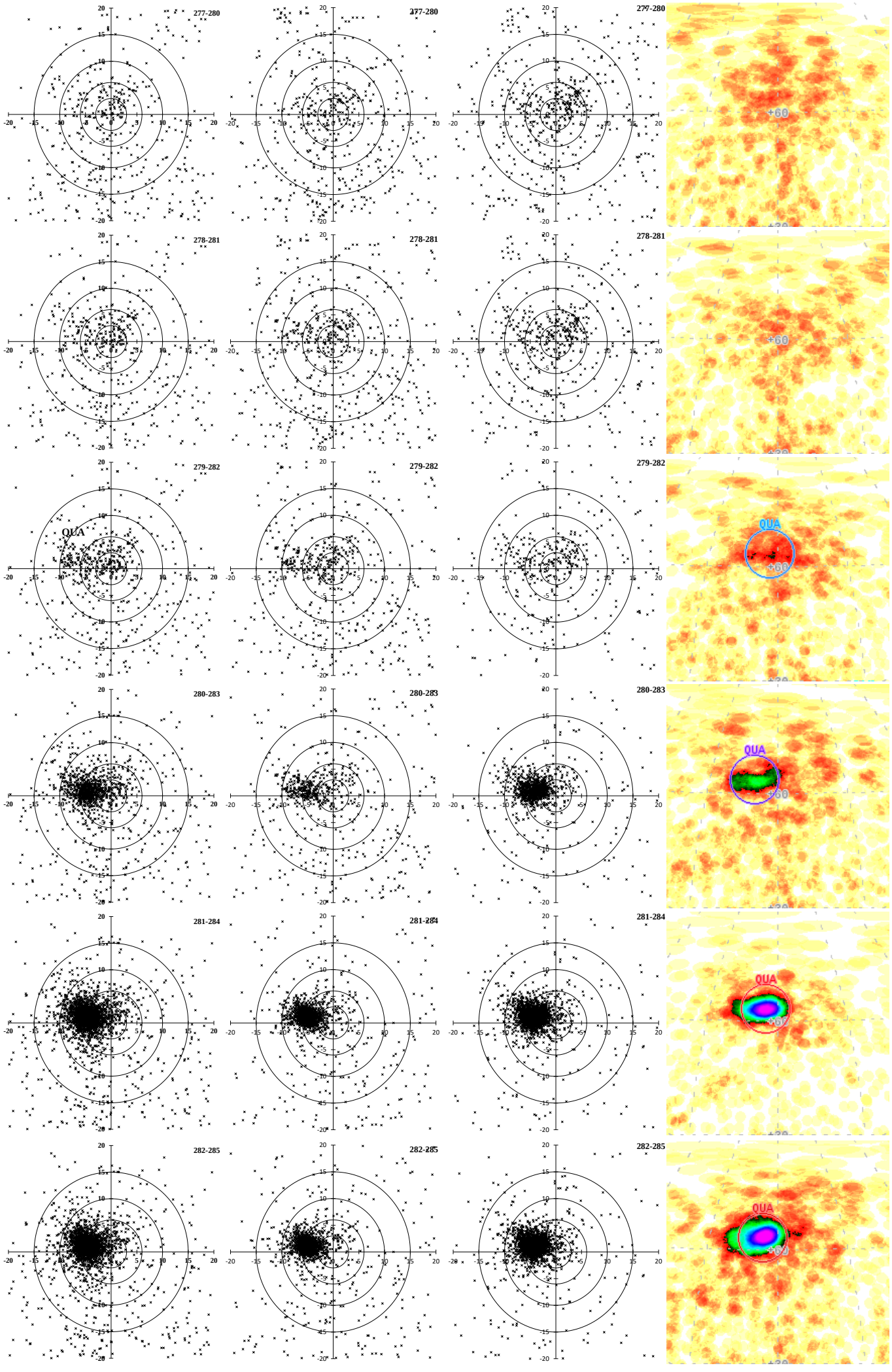

247-250
DKD
247-250
247-250
QUA
+60
248-251
248-251
248-251
QUA
+60
249-252
249-252
249-252
QUA
+60
250-253
250-253
250-253
QUA
KDR
+60
251-254
251-254
251-254
QUA
+60
252-255
252-255
252-255
DAD
+60

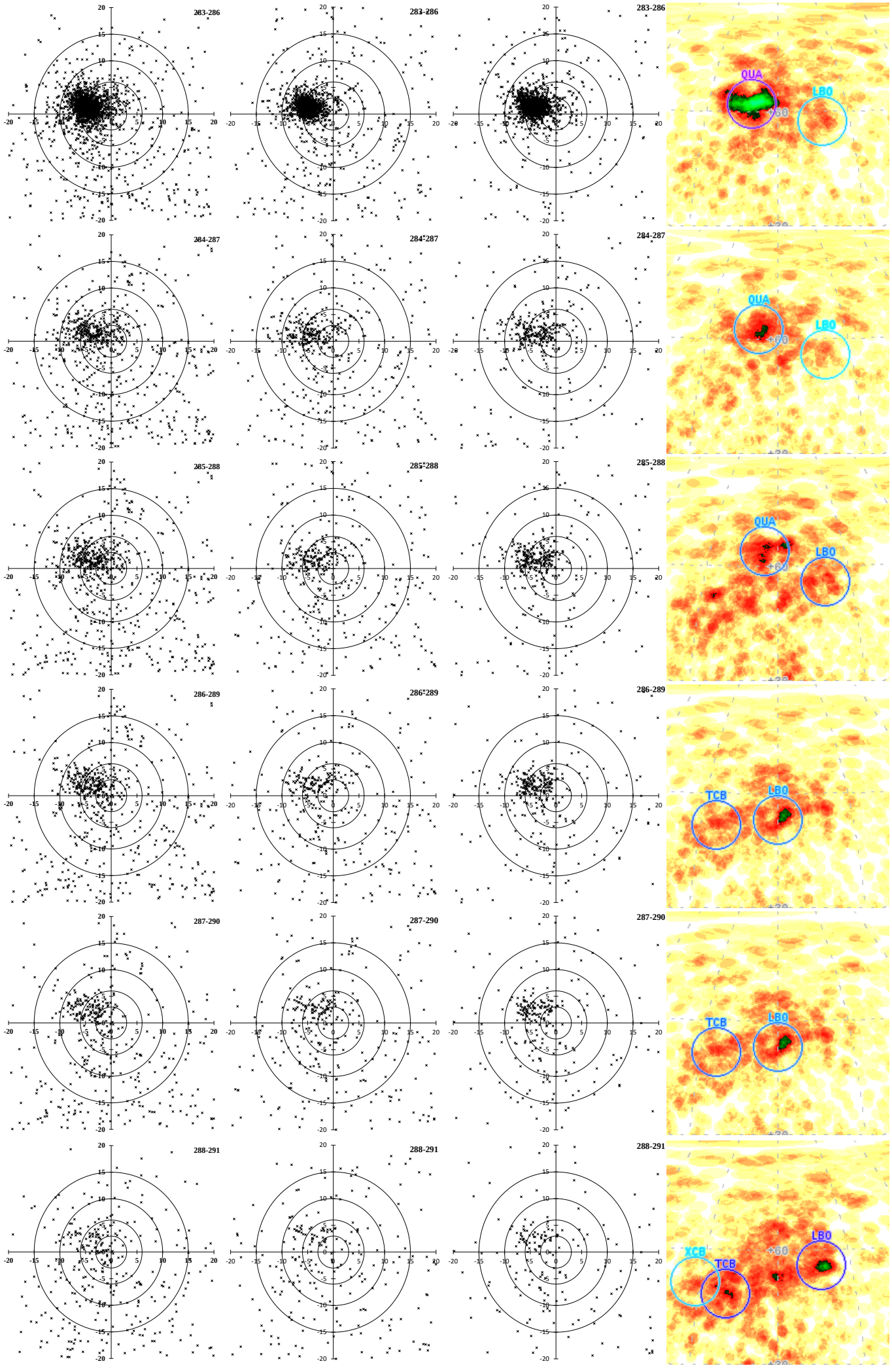

253-256
253-256
253-256
DAD
+30
254-257
254-257
254-257
QUA
+60
255-258
255-258
255-258
QUA
+60
256-259
256-259
256-259
QUA
+60
257-260
257-260
257-260
QUA
+60
258-261
258-261
258-261
QUA
DAD
+60

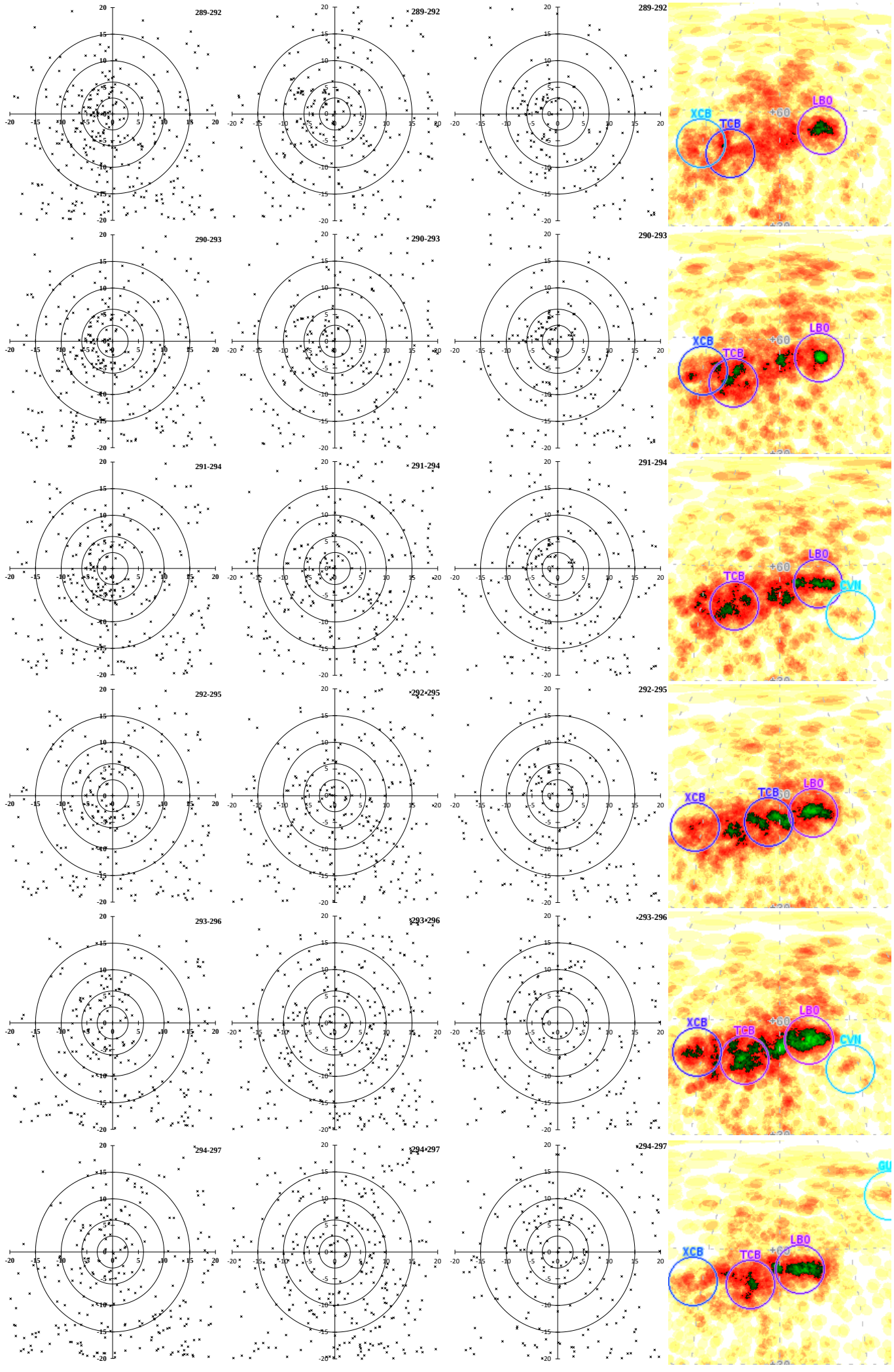

259-262
259-262
259-262
QUA
+60
260-263
260-263
260-263
+60
261-264
261-264
261-264
+60
262-265
URS
262-265
262-265
+60
263-266
263-266
263-266
QUA
+60
264-267
264-267
264-267
QUA
+60

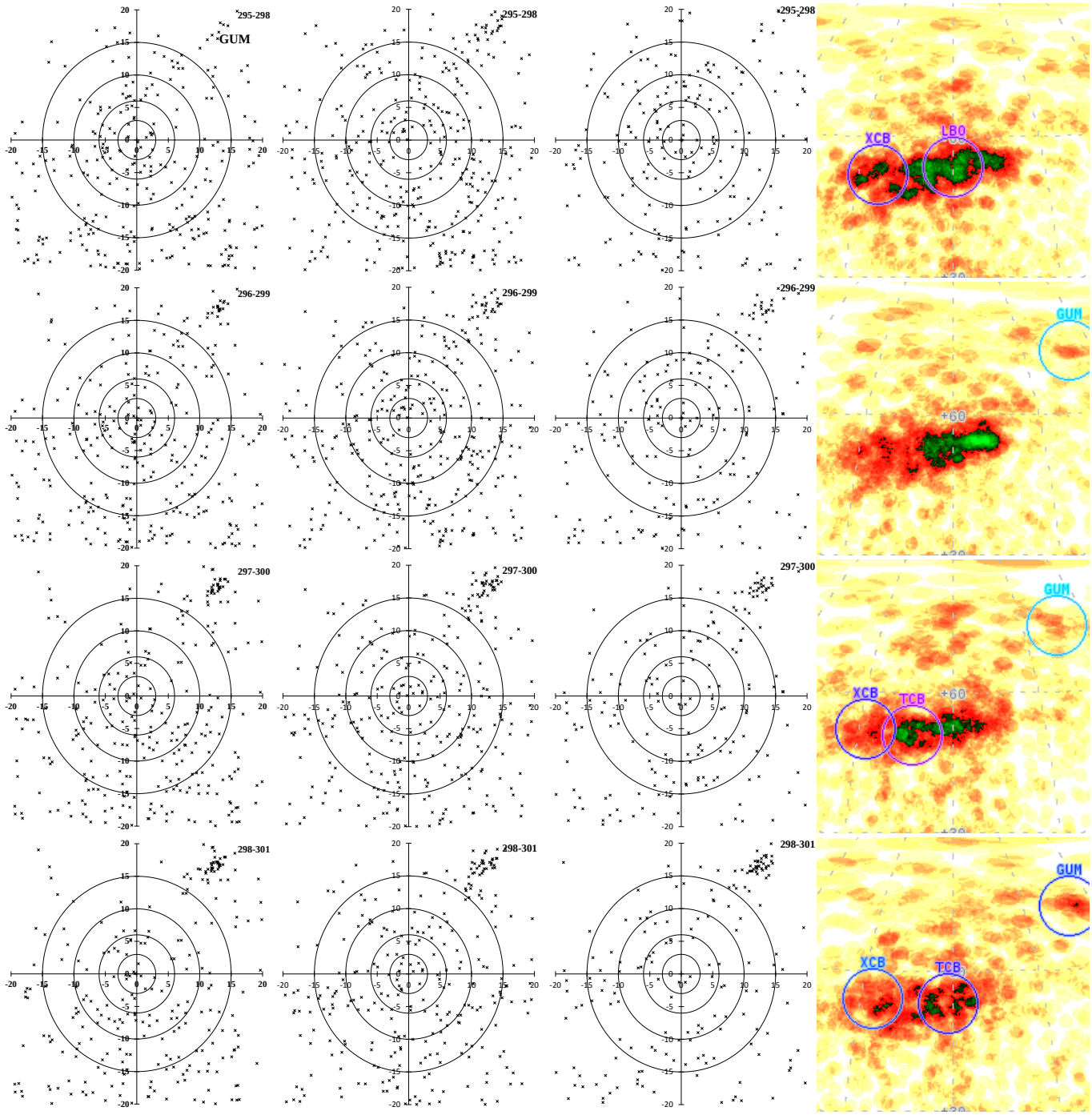

265-268
265-268
265-268
266-269
266-269
266-269
267-270
267-270
267-270
QUA
268-271
268-271
268-271
URS
269-272
269-272
269-272
URS
270-273
270-273
270-273
+60


271-274
271-274
271-274
+60
272-275
272-275
272-275
+60
273-276
273-276
273-276
+60
274-277
274-277
274-277
+60
275-278
275-278
275-278
+60
276-279
276-279
276-279
+60


277-280
277-280
277-280
278-281
278-281
278-281
279-282
QUA
279-282
279-282
QUA
280-283
280-283
280-283
QUA
281-284
281-284
281-284
QUA
282-285
282-285
282-285
QUA


283-286
283-286
283-286
QUA
LBO
+60
284-287
284-287
284-287
QUA
LBO
+60
285-288
285-288
285-288
QUA
LBO
+60
286-289
286-289
286-289
TCB
LBO
287-290
287-290
287-290
TCB
LBO
288-291
288-291
288-291
XCB
TCB
LBO
+60


289-292
289-292
289-292
XCB
TCB
LBO
+60
290-293
290-293
290-293
XCB
TCB
LBO
+60
291-294
291-294
291-294
TCB
LBO
+60
CVN
292-295
292×295
292-295
XCB
TCB
LBO
+60
293-296
293×296
293-296
XCB
TCB
LBO
+60
CVN
294-297
294×297
294-297
XCB
TCB
LBO
+60


295-298
GUM
295-298
295-298
XCB
LBO
296-299
296-299
296-299
GUM
+60
297-300
297-300
297-300
GUM
XCB
TCB
+60
298-301
298-301
298-301
GUM
XCB
TCB

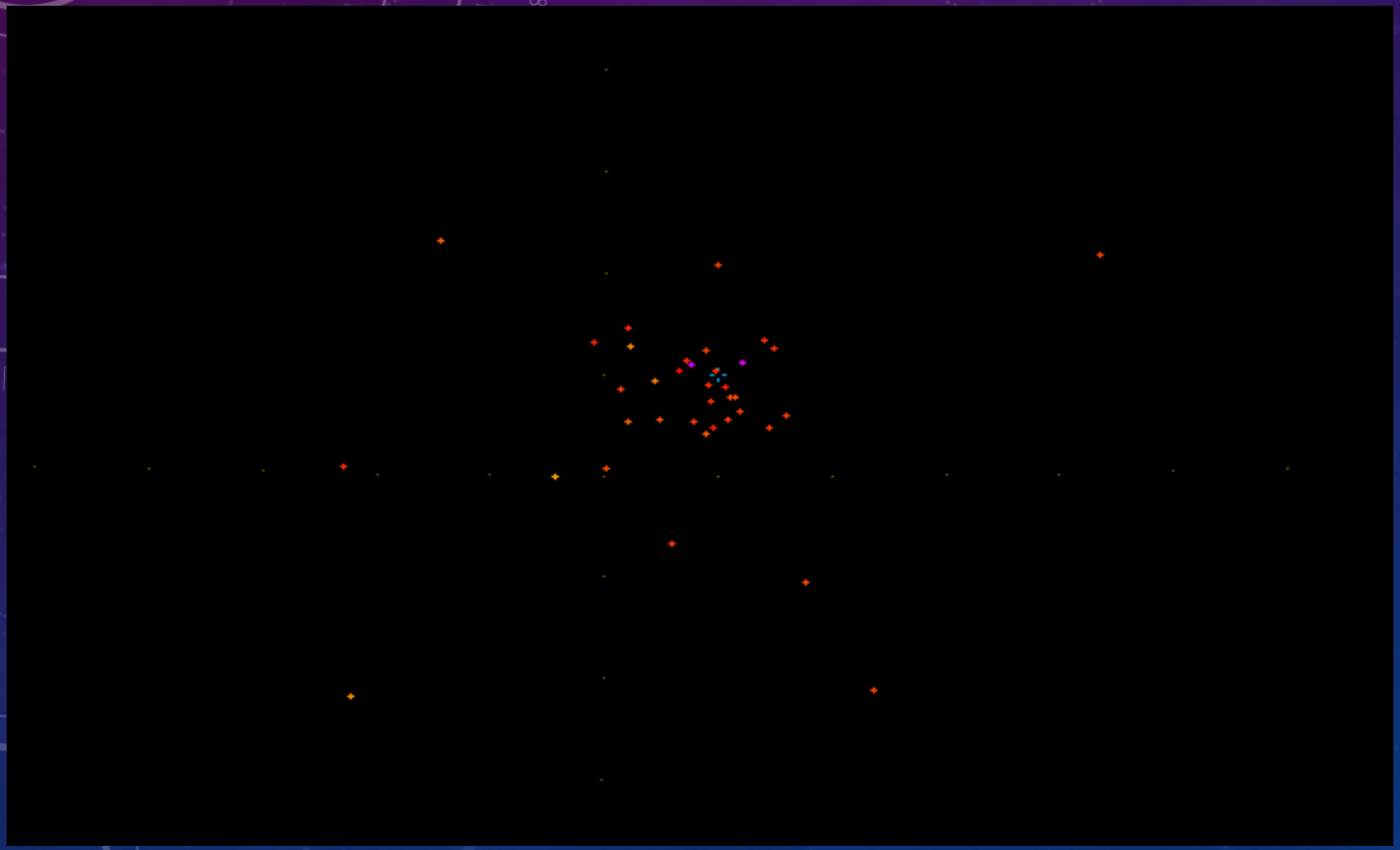
２０２１年９月９/１０日のSPE群の突発出現?の考察(関口孝志)

　２０２１年９月９/１０日のSPE群のTV観測の単点でのこの群の多さが目立ちましたが色々と調べた結果、例年と同様の出現のようでした。光度分布は、５等から－４等まで１等が一番多かったです。単点でも同時流星でも２３時から４時にかけて多く出現したのは、事実のようです。１秒間に２～３個の出現が多かったです。出現のムラも見られました。軌道計算の結果で輻射点の集中が見られました。軌道から2つのグループがあるような感じもします。９年間の出現数変化からこの群は、出現にムラがありそうです。スペクトルは、殆どがNormalタイプでした。

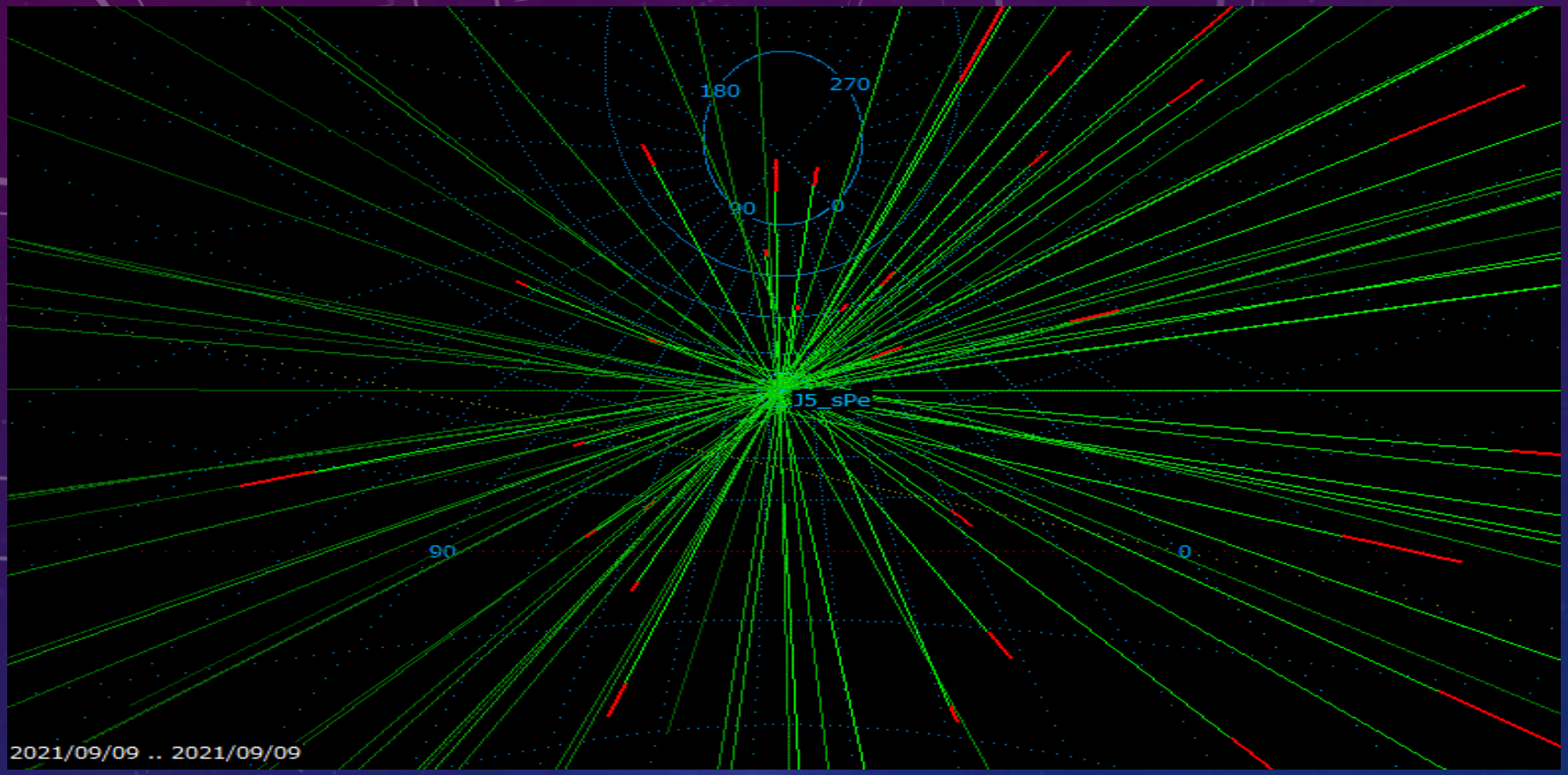
MSS発表資料

関口　孝志　2021917

2021年9月9/10日のSPE群の突発出現?の考察

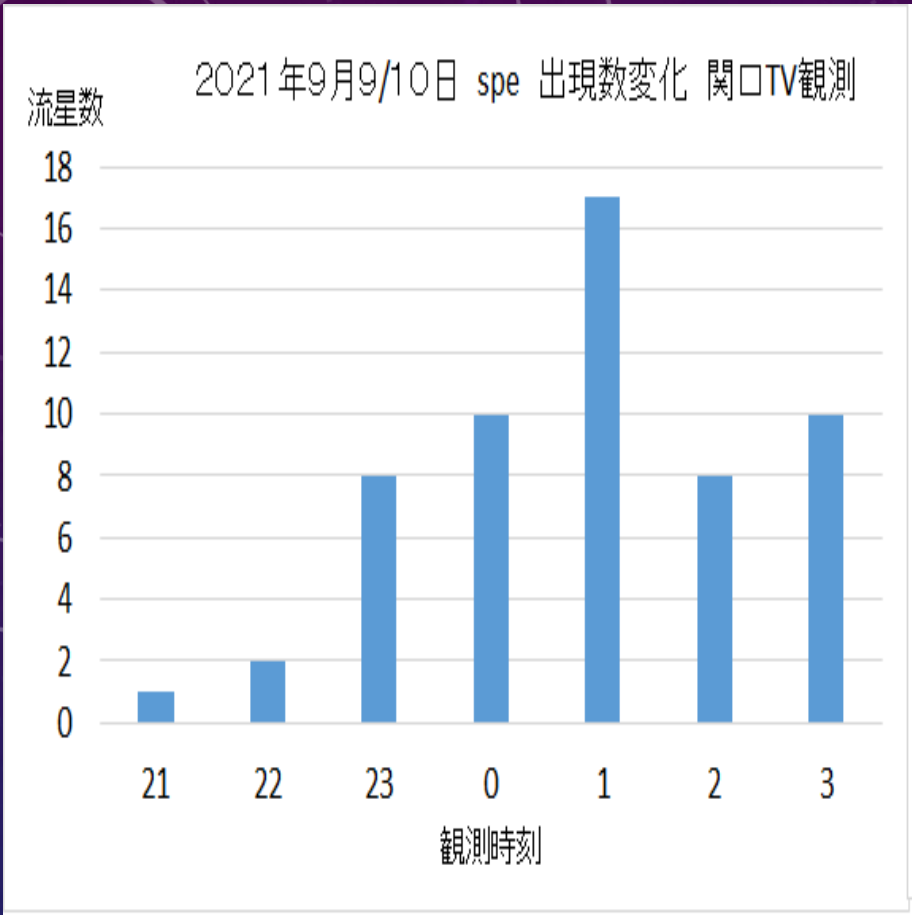


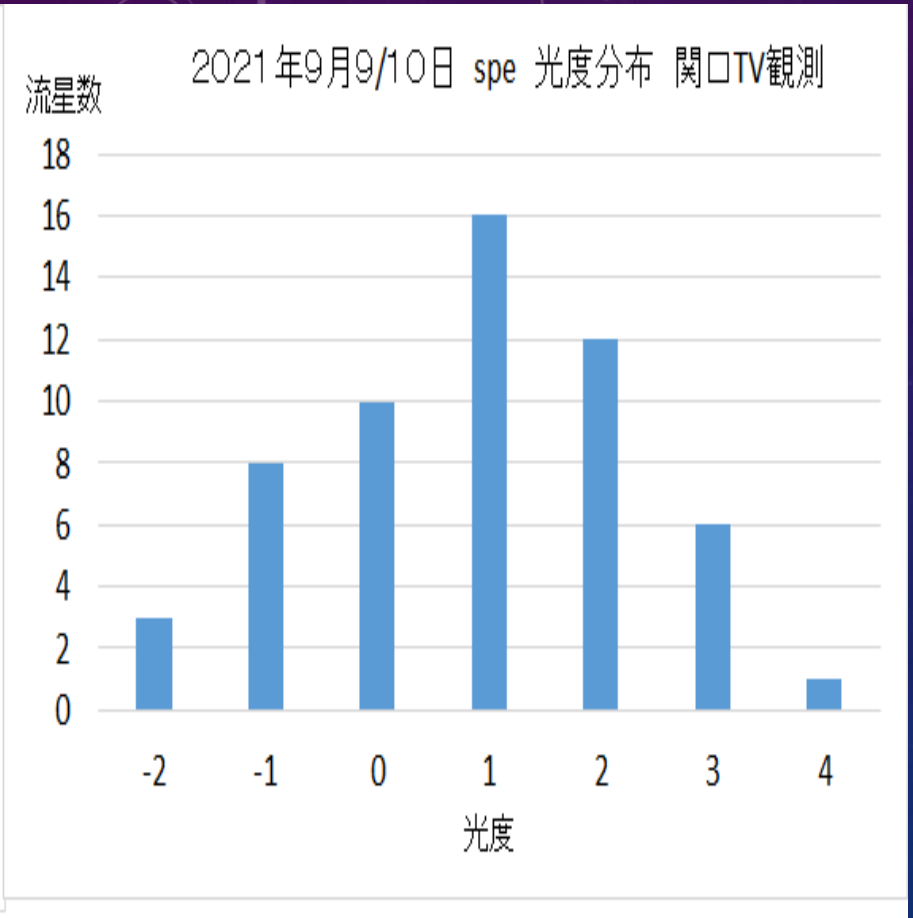
2021年9月9/10日の私の単点でのTV観測結果等



2021年9月9/10日の9月のペルセウス群の結果です。カメラ10台の単点での判定された56個の流星のトレイルマップです。数個やや輻射点から離れているものもありますがかなりの集中度です。NMS同報で突発出現かとメールがあり調査してみました。岡本貞夫氏は、全流星＝76個、SPE=27個。35.6%。Yamakawa氏は、全流星=106個、SPE=33個。31.1%。鈴木悟氏は、全流星＝131個、SPE=23個。17.6%。私の場合は、全流星=269個　SPE=56個で20%になりました。全流星の内、18から36%とやや幅があります。

９月のペルセウス群の単点での出現数変化と光度分布

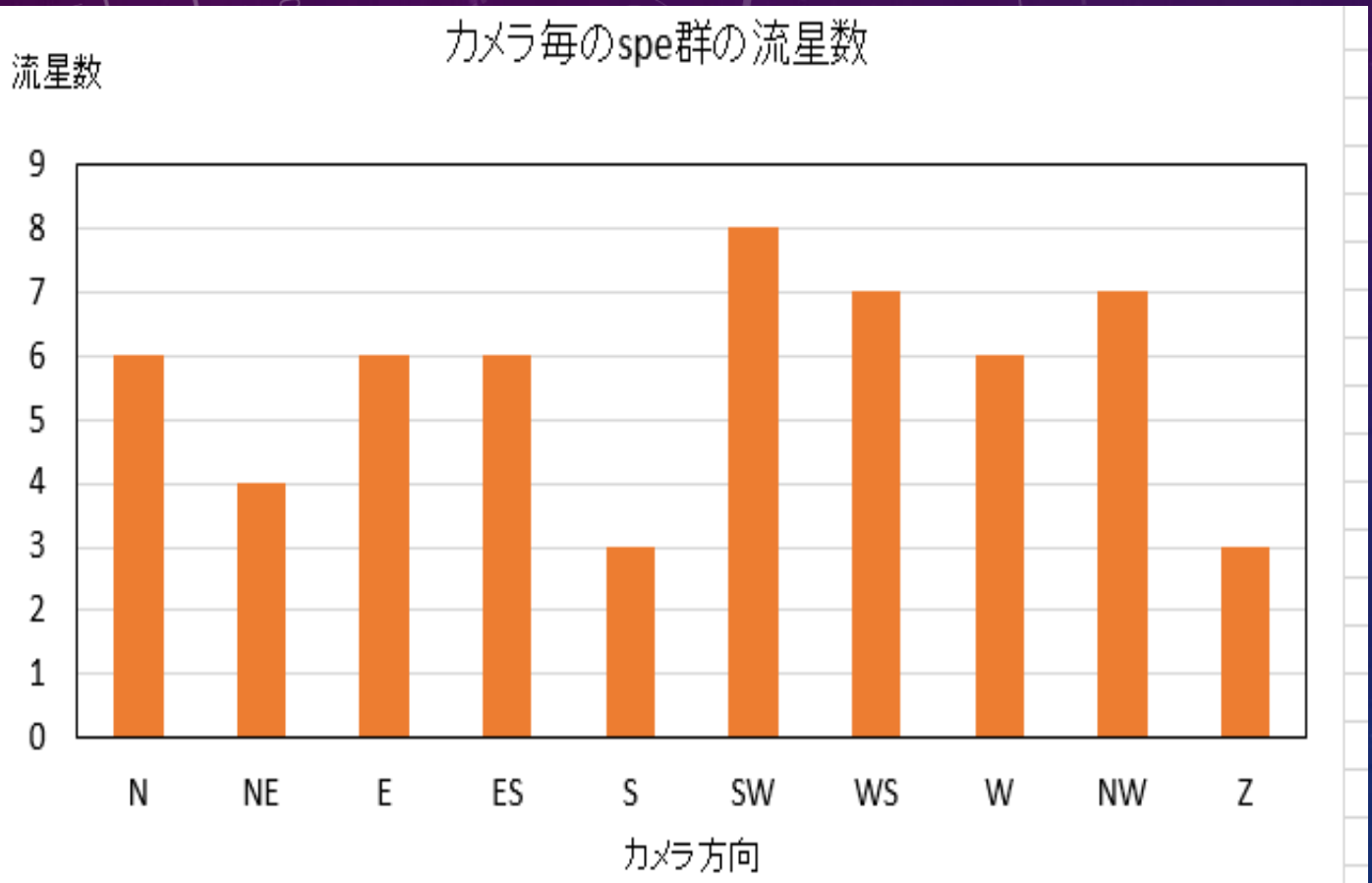




ここのグラフは、左が私の１０台のカメラで単点での9/１０日のSPE群判定の観測時刻ごとの出現数です。２３時から急に増加していて１時に極大を迎えたようです。２時台は、雲が少し出たようです。４時台は、雲があり0個でした。右のグラフは、光度分布です。１等が一番多かったです。－１等から2等が多いです。３等以上の明るめの流星が多かったいえそうです。

９月のペルセウス群の関口の単点でのカメラ毎の出現数

方向	mm	流星数
N	6	6
NE	6	4
E	6	6
ES	8	6
S	12	3
SW	85	8
WS	85	7
W	6	6
NW	50	7
Z	6	3



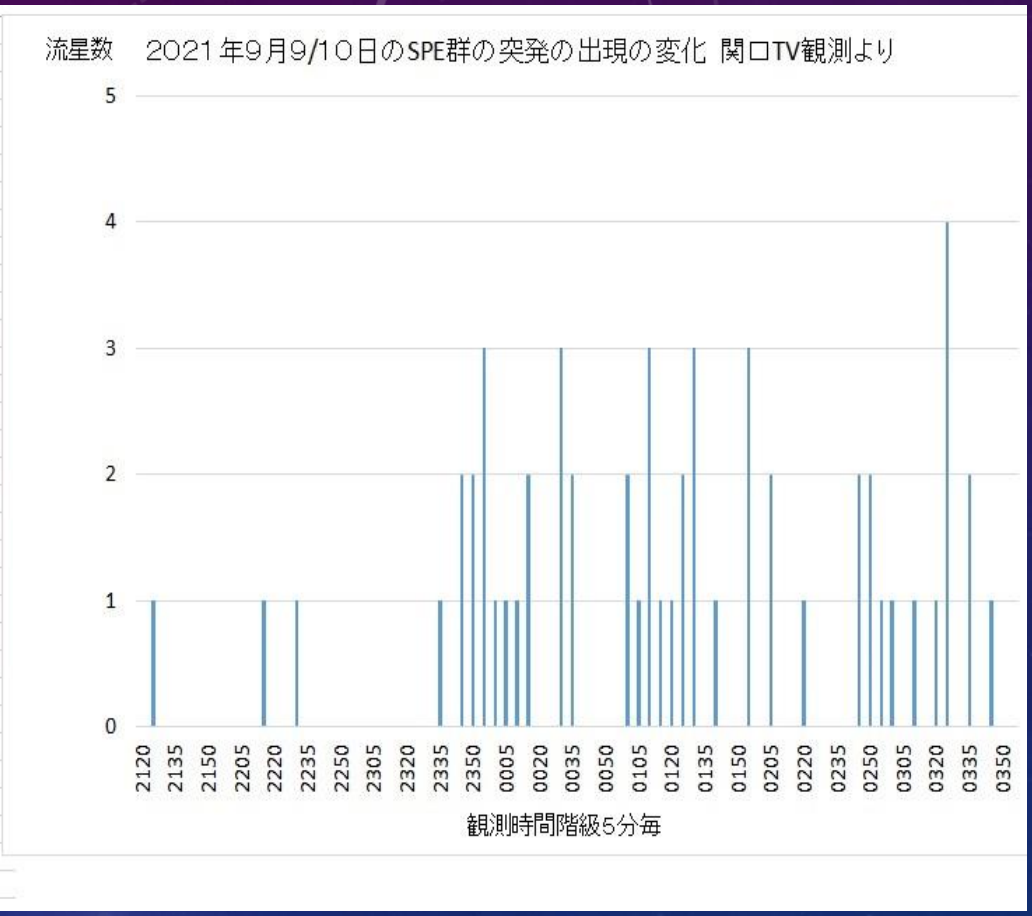
このグラフは、10台のカメラ毎の出現数です。表は、カメラの方向とレンズの焦点距離と出現数です。50mmと85mmは、HDカメラです。他よりやや多めです。Sカメラは、12mmで少なかったです。Zカメラは、天頂で少なかったです。1台当たりでは、6個程度となりました。Wカメラは、スペクトル専用カメラですが、今回は、スペクトルは、暗いもので群判定の同時が5個でした。

９月のペルセウス群の関口の単点での出現数変化

間隔 1	数	突発時刻	数
2100			
2105			
2110			
2115			
2120			
2125	1		
2130			
2135			
2140			
2145			
2150			
2155			
2200			
2205			
2210			
2215	1		
2220			
2225			
2230	1		
2235			
2240			
2245			
2250			
2255			
2300			
2305			
2310			
2315			
2320			
2325			

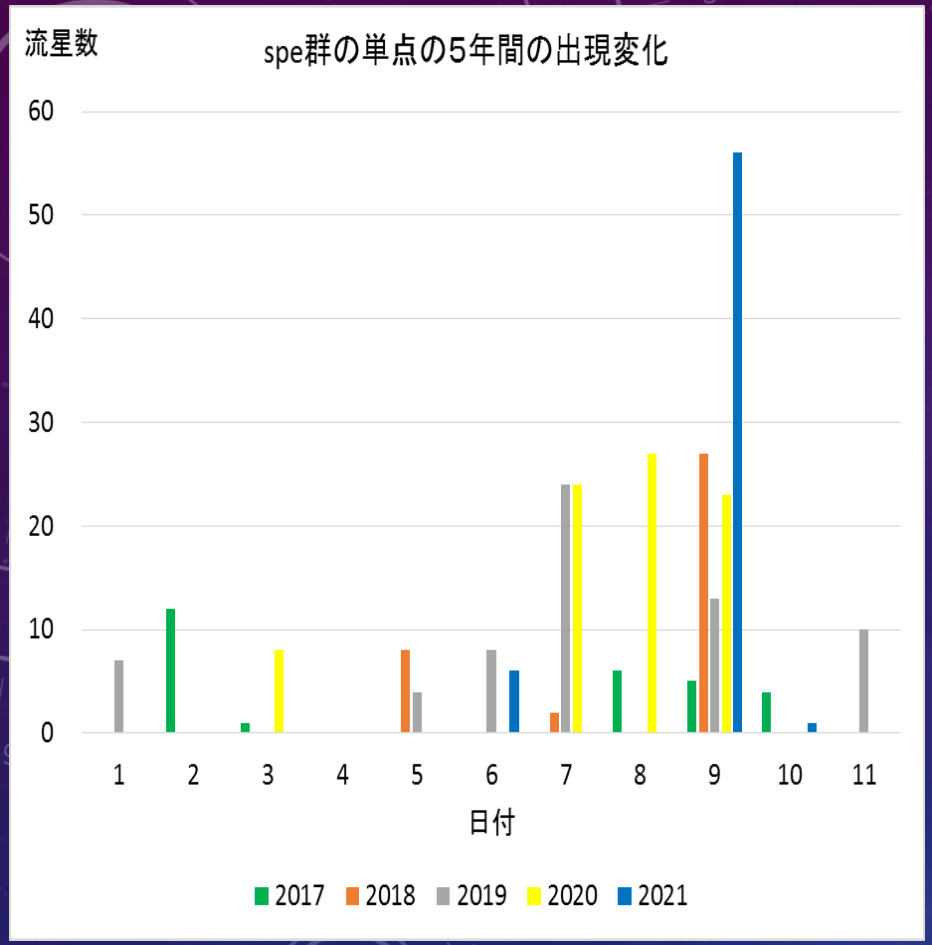
間隔 2	数	突発時刻	数
2330			
2335	1		
2340			
2345	2	1分半で	2
2350	2	1分半で	2
2355	3	3分間で	3
0000	1		
0005	1		
0010	1		
0015	2	約3分で	2
0020			
0025			
0030	3		
0035	2	0:36	2
0040			
0045			
0050			
0055			
0100	2	1:02	2
0105	1		
0110	3	1:13	3
0115	1		
0120	1		
0125	2		
0130	3	1:32	2
0135			
0140	1		
0145			
0150			
0155	3	3分間で	3

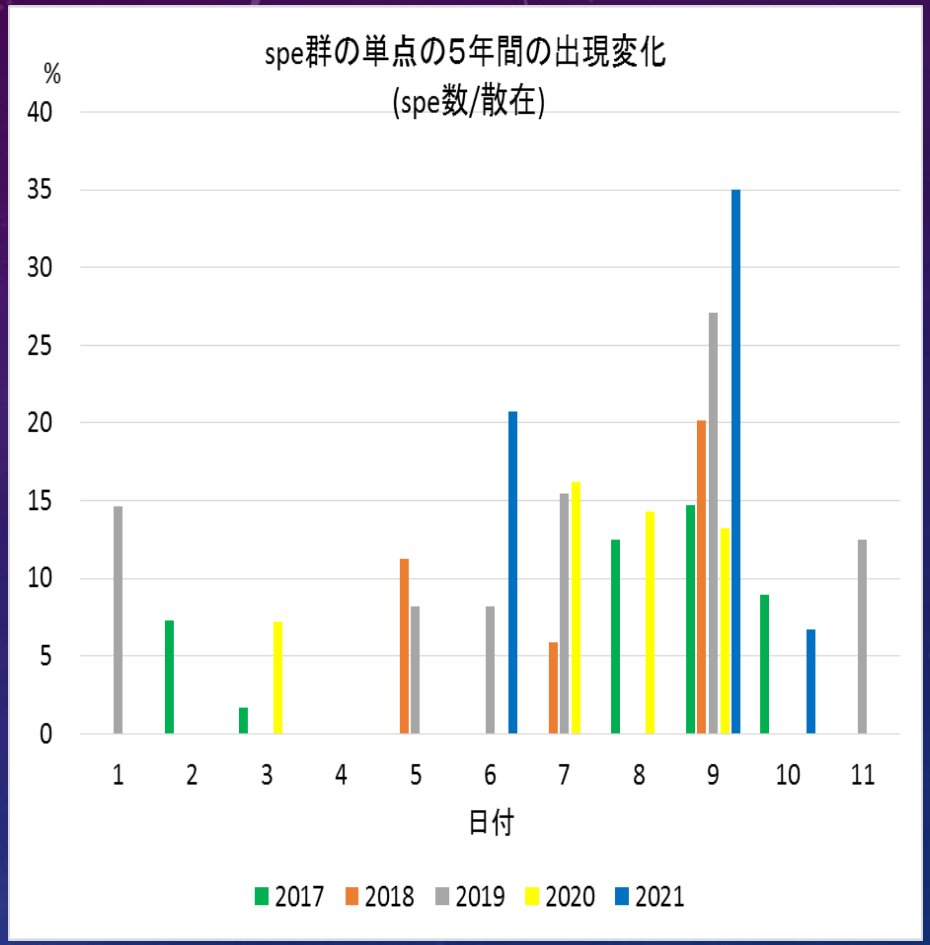
間隔 3	数	突発時刻	数
0200			
0205	2	2:05-2:06	2
0210			
0215			
0220	1		
0225			
0230			
0235			
0240			
0245	2	2:45-2:46	2
0250	2	2:53	2
0255	1		
0300	1		
0305			
0310	1		
0315			
0320	1	3:24-3:27	5
0325	4	3分間で	
0330			
0335	2		
0340			
0345	1		
0350			
0355			



９月9/10日の関口の10台のカメラの合計です。単点での出現数変化の表とグラフです。表の青いところがやや多めの出現帯です。1分間に2個から3個の出現が黄色です。1時13分には、1分間で3個の出現がありました。3時24分から27分の3分間で5個が最高でした。23時30分から4時にかけて多く出現があったようです。また、出現には、ムラが見られています。

９月のSPE群の関口の単点での５年間の出現数変化

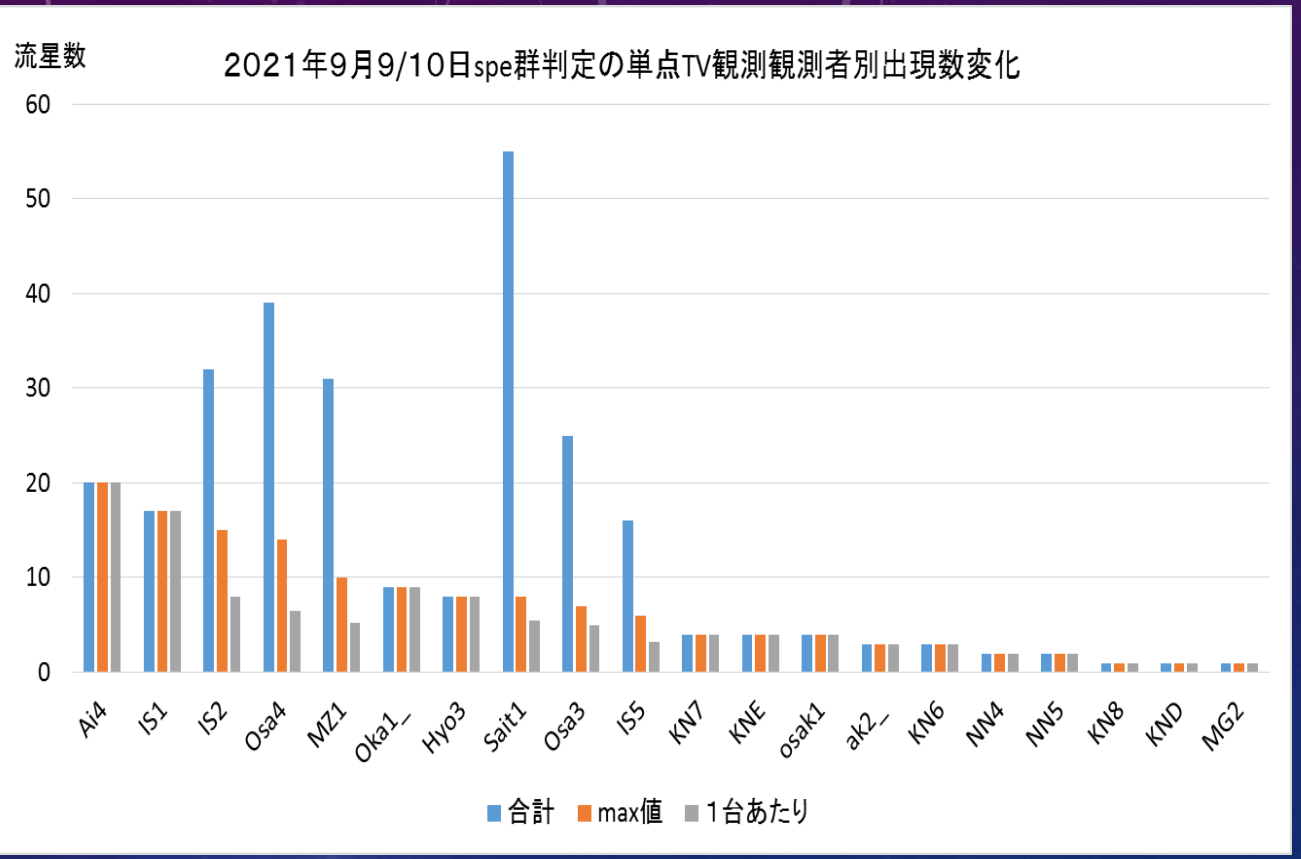




左のグラフは、関口の単点での生データのSPE群判定の流星の５年間での出現数変化です。天気や月などの影響があるためあまり意味がありませんが今年は、例年の２倍となりました。右は、散在比です。6/7日と9/10日で例年より多いことがわかります。また、同時流星でも同様のグラフを作成してみました。

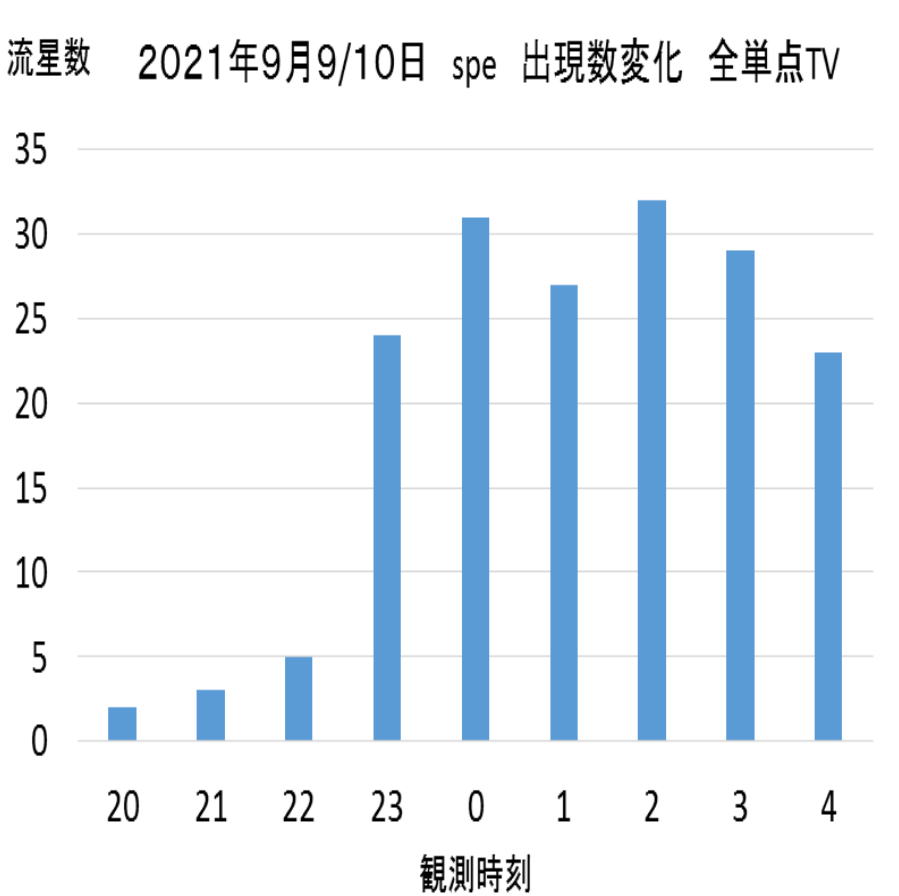
TV観測者の各観測者の判定されたSPE群の出現数一覧

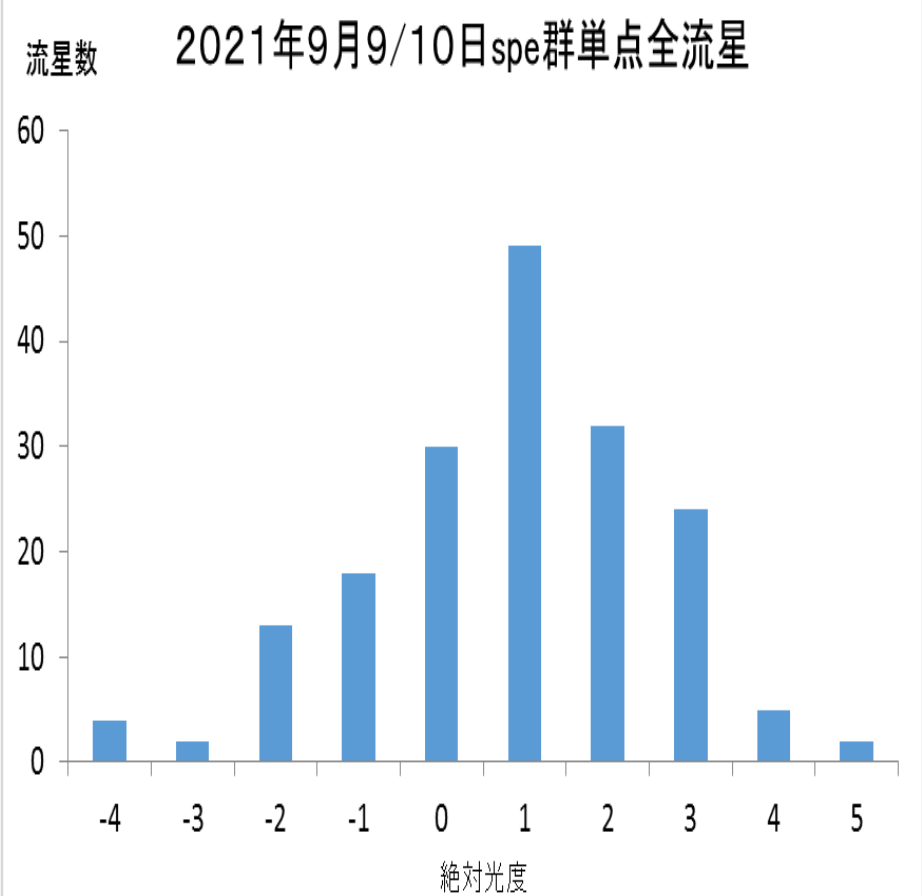
	合計	max値	1台当	台数
Ai4	20	20	20.0	1
IS1	17	17	17.0	1
Oka1_	9	9	9.0	1
Hyo3	8	8	8.0	1
IS2	32	15	8.0	4
Osa4	39	14	6.5	6
Sait1	55	8	5.5	10
MZ1	31	10	5.2	6
Osa3	25	7	5.0	5
KN7	4	4	4.0	1
KNE	4	4	4.0	1
osak1	4	4	4.0	1
IS5	16	6	3.2	5
ak2_	3	3	3.0	1
KN6	3	3	3.0	1
NN4	2	2	2.0	1
NN5	2	2	2.0	1
KN8	1	1	1.0	1
KND	1	1	1.0	1
MG2	1	1	1.0	1



SonotaCo Networkにアップされているcsvファイルからのデータです。左の表は、観測者と合計とMAXと1台当たりと台数を表しています。カメラ数が多いと多いのは、わかりますが、空の良いところでは、暗い群流星も多くとらえられています。これから1台当たり5から20と差があります。カメラのレンズでも差が出ました。また、観測時間も違うのでなんとも言えません。1台のカメラでは、1時間あたり4～10個程度と思われます。レンズごとなどの詳しい集計をする必要があります。

９月のSPE群の単点での全流星の出現数変化と光度分布





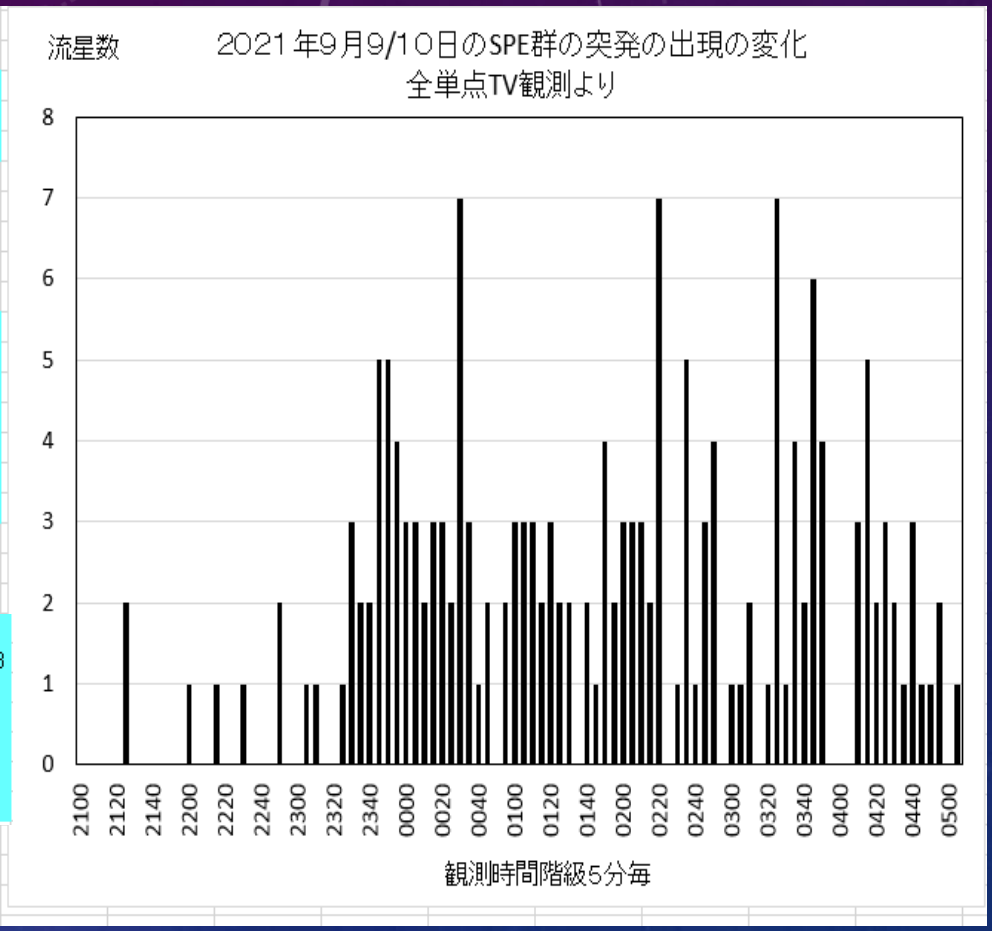
SPE群として判定された単点での全流星の出現変化と光度分布です。やはり、23時頃から4時にかけて多く出現したようです。雲の影響もあり関口の結果とは、違いがあります。光度は、1等がピークとなって左右対称に増減しています。-3等以上と4等以下は、少ないです。

９月のSPE群の単点での全流星の5分毎の出現数変化

間隔 1	数	突発時刻	数
2200	1		
2205			
2210			
2215	1		
2220			
2225			
2230	1		
2235			
2240			
2245			
2250	2		
2255			
2300			
2305	1		
2310	1		
2315			
2320			
2325	1		
2330	3	23:30	2
2335	2	23:38	2
2340	2		
2345	5	23:49	2
2350	5	23:51	2
2355	4	55 57	
0000	3		
0005	3	0:05	2
0010	2		
0015	3	0:15	2

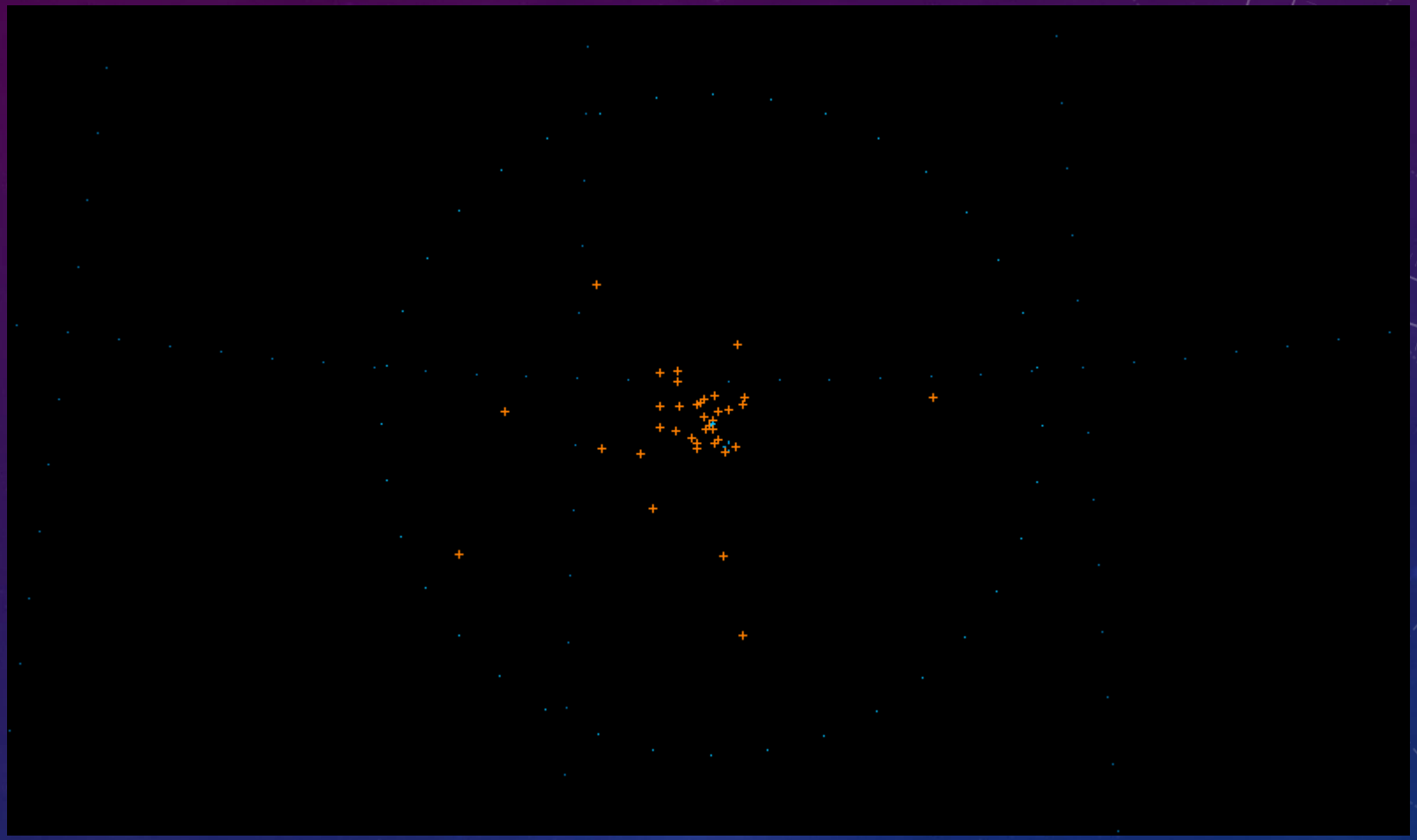
間隔 2	数	突発時刻	数
0020	3	0:20	2
0025	2	0:27	2
0030	7	30 32 33	2
0035	3	0:36	2
0040	1		
0045	2	0:48	2
0050			
0055	2		
0100	3	1:02	2
0105	3	1:05	2
0110	3	1:13	2
0115	2	1:19	2
0120	3	1:24	2
0125	2		
0130	2		
0135			
0140	2		
0145	1		
0150	4	1:54	
0155	2		
0200	3	2:03	
0205	3	2:06	
0210	3		
0215	2		
0220	7	2:21	4
0225			
0230	1		
0235	5	2:38	

間隔 3	数	突発時刻	数
0240	1		
0245	3		
0250	4	2:53	3
0255			
0300	1		
0305	1		
0310	2		
0315			
0320	1		
0325	7	3:26	3
0330	1		
0335	4		
0340	2		
0345	6	3:46 3:49	2
0350	4	3:54	3
0355			
400			
405			
410	3		
415	5	4:18	3
420	2	4:23	
425	3	4:26	
430	2	4:31	
435	1		
440	3	4:43	
445	1		
450	1		
455	2		



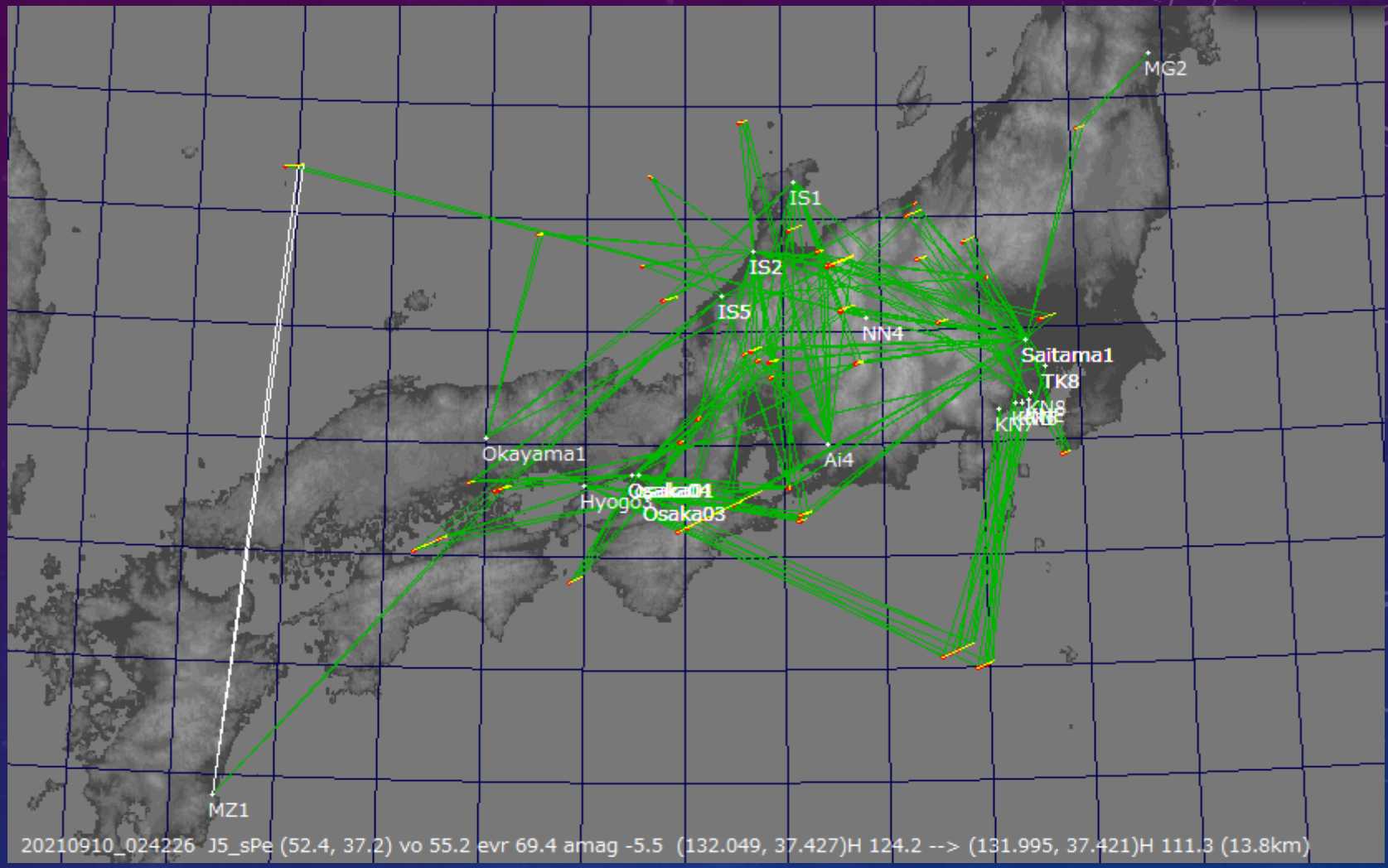
９月9/10日の単点でのSPE群判定の全流星の5分毎の出現変化の表とグラフです。表の青いところがやや多めの出現帯です。1分間に2個から4個の出現の時刻が多いです。2時21分には、1分間で4個の出現がありました。0時30分台と2時20分台分と3時25分台の5分間で7個が最高でした。23時30分から4時40分にかけて多く出現があったようです。また、出現には、ムラが見られています。

SPE群と判定された同時流星からの輻射点分布



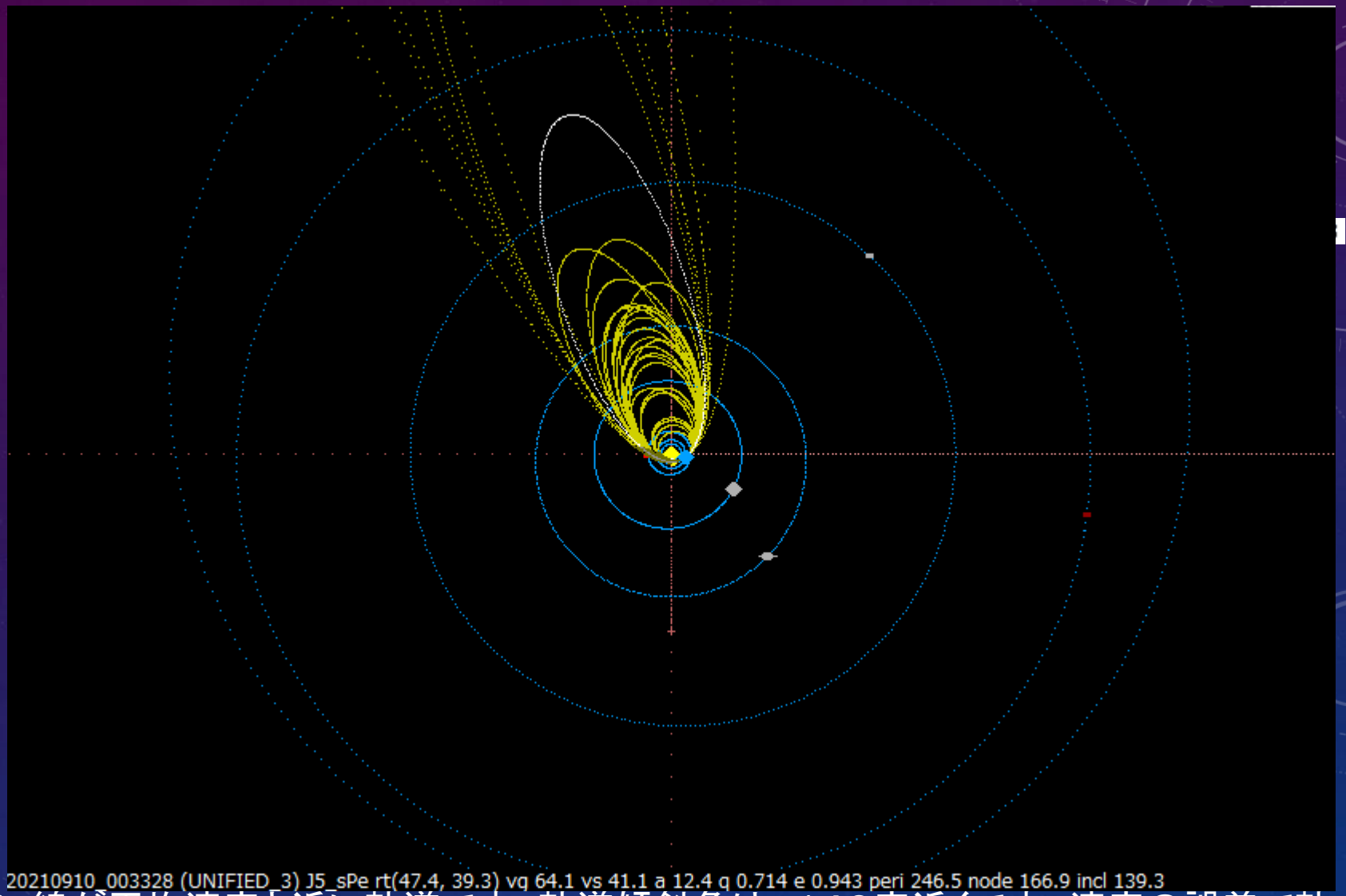
９月９/１０日にSonotaCo Networkで同時になったSPE群と判定された流星の輻射点図です。ほぼ中央に集中しているのがわかります。3つぐらいのややまとまったまとまりが見られます。ちょっと外側に5度程度離れたものが5個程度あります。今回の突発と思われるものは、この集中部分と思われます。平均軌道の速度のばらつきも少ないです。輻射点は、赤経　47度　赤緯　39度付近です。

SPE群と判定された同時流星のグランドマップ



今回の同時になった36個の流星のグランドマップです。東北の宮城から九州の宮崎までです。関東から近畿までの範囲の流星が大方同時になっています。宮城と東京での同時が白い線の流星です。千葉県上空の東側は、0個です。経路もあまり長くないようです。

SPE群と判定された同時流星の軌道



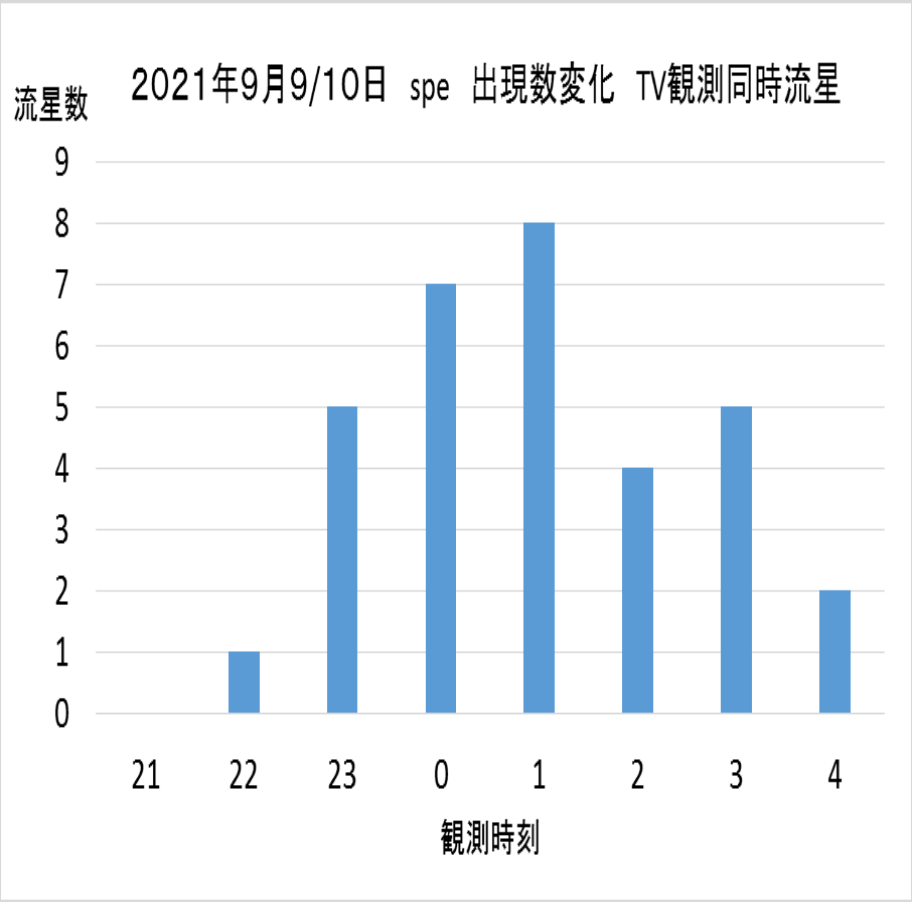
白い線が平均速度と近い軌道です。軌道傾斜角は、140度近くです。速度の誤差で軌道は、大きく変わります。速度が60KM 付近と64KM付近の2つのグループに分かれていそうです。母天体候補は、C/1972 E1 (BRADFIELD)彗星です。D判定は、0．4ですが。

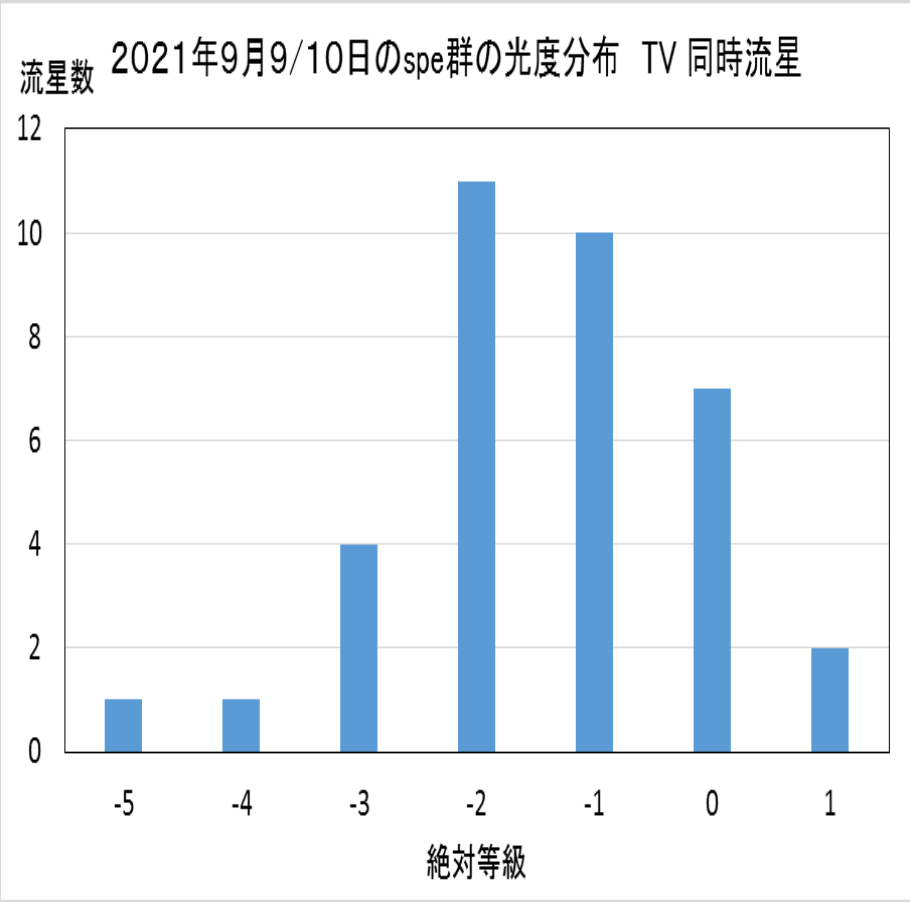
SPE群と判定された同時流星の軌道一覧と平均軌道

	localtime	sol	amag	ra t	dc t	vg	a	q	e	p	peri	node	incl	stream	Qo	dur	H1	H2
2	20210909 221734	166.8	-2.6	46.7	36.1	63.7	6.9	0.65	0.91	18.1	255.4	166.8	143.5	J5 sPe	28.8	1.1	117.0	87.1
3	20210909 232705	166.8	-2.3	48.4	40.1	65.5	-30.0	0.76	1.03	0.0	239.4	166.8	139.4	J5 sPe	7.6	0.6	110.3	88.2
4	20210909 233025	166.8	-0.2	47.3	39.1	63.1	6.0	0.69	0.88	14.6	250.4	166.8	139.0	J5 sPe	7.3	0.3	113.5	102.3
5	20210909 233221	166.8	-0.3	51.4	39.5	64.8	8.5	0.78	0.91	24.8	238.6	166.8	141.9	J5 sPe	5.9	0.2	110.4	101.5
6	20210909 233805	166.8	-1.8	47.2	39.5	64.9	259.2	0.73	1.00	#####	243.8	166.8	139.2	J5 sPe	10.8	0.4	118.6	99.0
7	20210909 234912	166.8	-0.7	48.0	40.0	58.6	1.9	0.63	0.67	2.6	265.8	166.9	135.5	J5 sPe	8.8	0.2	112.4	105.2
8	20210909 235852	166.9	-3.3	47.6	39.6	66.1	-9.8	0.75	1.08	0.0	239.8	166.9	139.9	J5 sPe	9.6	0.7	116.5	84.0
9	20210910 000140	166.9	-2.1	47.5	39.7	64.4	18.9	0.73	0.96	82.5	244.6	166.9	138.8	J5 sPe	4.0	0.3	109.3	94.8
10	20210910 000212	166.9	-1.0	46.8	40.5	63.1	7.5	0.71	0.91	20.7	247.5	166.9	136.5	J5 sPe	5.4	0.3	109.6	97.2
11	20210910 001258	166.9	-2.1	47.3	39.8	63.1	6.5	0.71	0.89	16.7	248.7	166.9	138.0	J5 sPe	5.5	0.3	115.0	99.9
12	20210910 002002	166.9	0.0	47.1	37.3	62.9	5.0	0.66	0.87	11.1	255.2	166.9	141.5	J5 sPe	2.9	0.2	108.8	100.8
13	20210910 003021	166.9	-0.9	48.0	40.2	64.7	39.3	0.74	0.98	246.2	242.0	166.9	138.7	J5 sPe	4.9	0.3	114.5	97.1
14	20210910 003239	166.9	-1.3	48.3	39.3	61.4	3.0	0.68	0.78	5.3	255.0	166.9	138.5	J5 sPe	3.5	0.3	111.3	97.1
15	20210910 003328	166.9	-1.6	47.4	39.3	64.1	12.4	0.71	0.94	43.8	246.5	166.9	139.3	J5 sPe	3.6	0.1	106.1	98.5
16	20210910 003631	166.9	-1.9	48.7	38.9	62.9	4.5	0.71	0.84	9.4	249.9	166.9	140.2	J5 sPe	5.7	0.3	112.0	98.9
17	20210910 010209	166.9	-3.5	47.0	39.6	68.2	-3.2	0.76	1.23	0.0	236.2	166.9	140.4	J5 sPe	5.6	0.3	113.2	93.6
18	20210910 010216	166.9	-0.1	49.7	41.4	61.7	3.3	0.74	0.78	6.1	246.8	166.9	136.3	J5 sPe	4.0	0.2	108.9	98.3
19	20210910 010234	166.9	-2.3	47.6	39.0	61.5	3.2	0.67	0.79	5.8	256.2	166.9	138.5	J5 sPe	5.7	0.3	110.1	95.5
20	20210910 011317	166.9	-1.5	48.0	39.6	59.1	2.0	0.63	0.69	2.9	264.9	166.9	136.3	J5 sPe	1.9	0.2	108.5	98.3
21	20210910 011338	166.9	-2.7	48.3	39.6	63.4	6.4	0.72	0.89	16.2	246.8	166.9	139.1	J5 sPe	4.8	0.2	109.9	98.4
22	20210910 012923	166.9	-1.3	48.0	39.2	62.8	4.9	0.70	0.86	10.8	250.1	166.9	139.2	J5 sPe	3.8	0.2	110.3	98.6
23	20210910 013139	166.9	-0.8	47.7	39.1	63.0	5.6	0.70	0.87	13.1	250.0	166.9	139.2	J5 sPe	4.7	0.2	109.1	97.9
24	20210910 015125	166.9	-0.9	47.2	39.1	63.6	8.7	0.70	0.92	25.5	248.6	166.9	139.2	J5 sPe	3.2	0.2	105.9	95.9
25	20210910 015446	166.9	-0.8	46.7	39.7	64.4	33.8	0.71	0.98	196.3	245.7	166.9	138.2	J5 sPe	3.3	0.2	108.4	97.4
26	20210910 020651	166.9	-1.7	47.6	39.7	69.2	-2.5	0.78	1.31	0.0	233.3	166.9	141.0	J5 sPe	2.6	0.1	105.0	95.6
27	20210910 021937	167.0	-4.3	47.3	39.4	65.1	-79.7	0.73	1.01	0.0	243.7	167.0	139.5	J5 sPe	14.5	0.3	111.9	93.5
28	20210910 022237	167.0	0.5	43.0	39.7	63.2	33.8	0.65	0.98	196.5	253.3	167.0	134.9	J5 sPe	2.3	0.1	104.1	96.8
29	20210910 023912	167.0	0.2	47.5	39.5	64.5	21.9	0.72	0.97	102.3	245.1	167.0	139.2	J5 sPe	2.5	0.2	109.8	97.4
30	20210910 024226	167.0	-4.9	52.1	37.3	58.9	1.6	0.64	0.60	2.0	268.9	167.0	142.9	J5 sPe	1.7	0.4	103.0	82.7
31	20210910 032433	167.0	-0.1	47.3	39.3	62.4	4.6	0.68	0.85	10.0	252.4	167.0	138.3	J5 sPe	2.7	0.2	109.0	98.4
32	20210910 032609	167.0	-2.5	46.7	39.6	64.3	31.1	0.71	0.98	173.1	246.1	167.0	138.3	J5 sPe	5.5	0.3	112.6	90.3
33	20210910 033737	167.0	0.9	47.6	39.1	65.7	-16.9	0.73	1.04	0.0	242.2	167.0	140.5	J5 sPe	2.0	0.1	108.8	99.9
34	20210910 033855	167.0	-1.8	46.9	39.0	63.0	6.4	0.68	0.89	16.2	251.5	167.0	138.8	J5 sPe	5.0	0.3	107.6	91.1
35	20210910 033917	167.0	-1.3	47.1	38.9	63.1	6.2	0.69	0.89	15.6	251.3	167.0	139.0	J5 sPe	3.5	0.2	107.4	94.0
36	20210910 043155	167.0	-1.1	47.4	39.3	62.2	4.3	0.68	0.84	8.9	253.1	167.0	138.2	J5 sPe	2.7	0.2	106.4	95.7
37	20210910 044316	167.0	0.1	49.5	39.0	56.6	1.4	0.57	0.59	1.7	279.6	167.0	136.7	J5 sPe	1.9	0.1	105.9	98.0
38																		
39		sol	amag	ra t	dc t	vg	a	q	e	p	peri	node	incl		Qo	dur	H1	H2
40	平均軌道	166.9	-1.6	47.7	39.3	63.5	13.4	0.71	0.91	175.2	248.7	166.9	139.1		5.9	0.3	110.5	96.1

SPE群とQ1で判定された同時流星の軌道一覧と平均軌道です。絶対等級は、－1．6等です。継続時間の平均が0.3秒と短経路が多かったです。輻射点と同様にかなり軌道がそろっています。いくつかEが1を超えているものもあります。

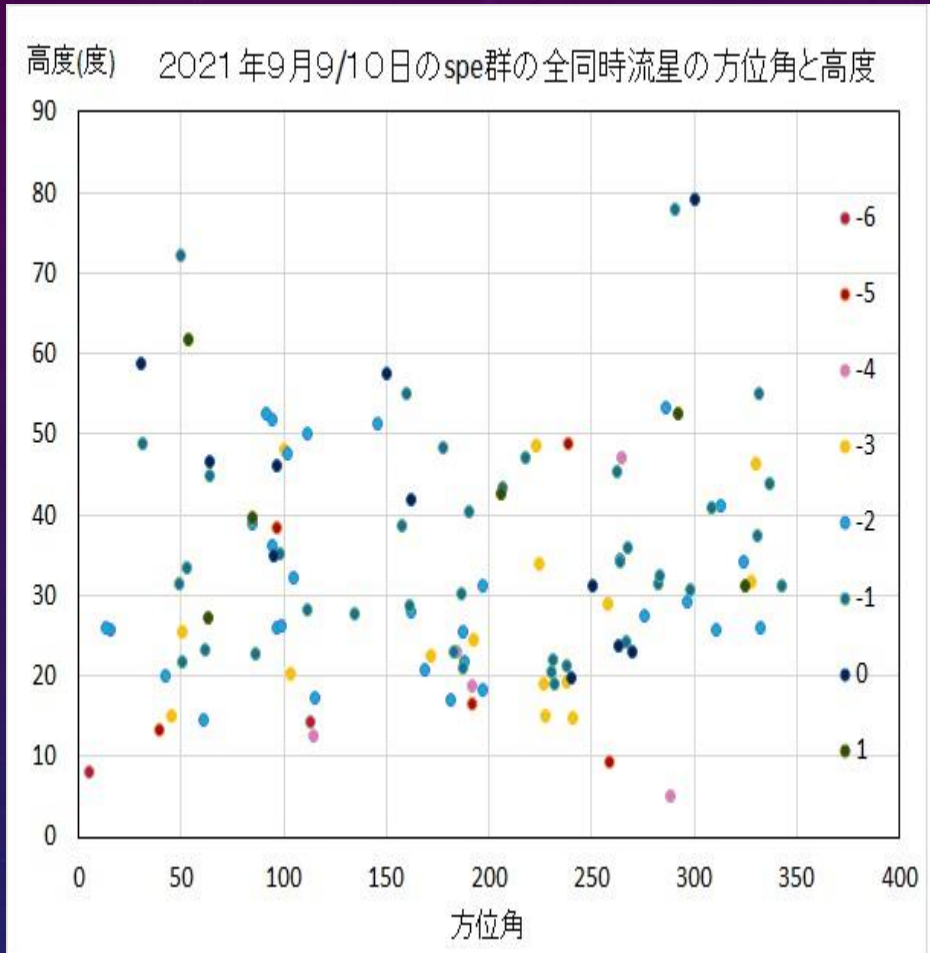
SPE群と判定された同時流星の出現数変化と光度分布

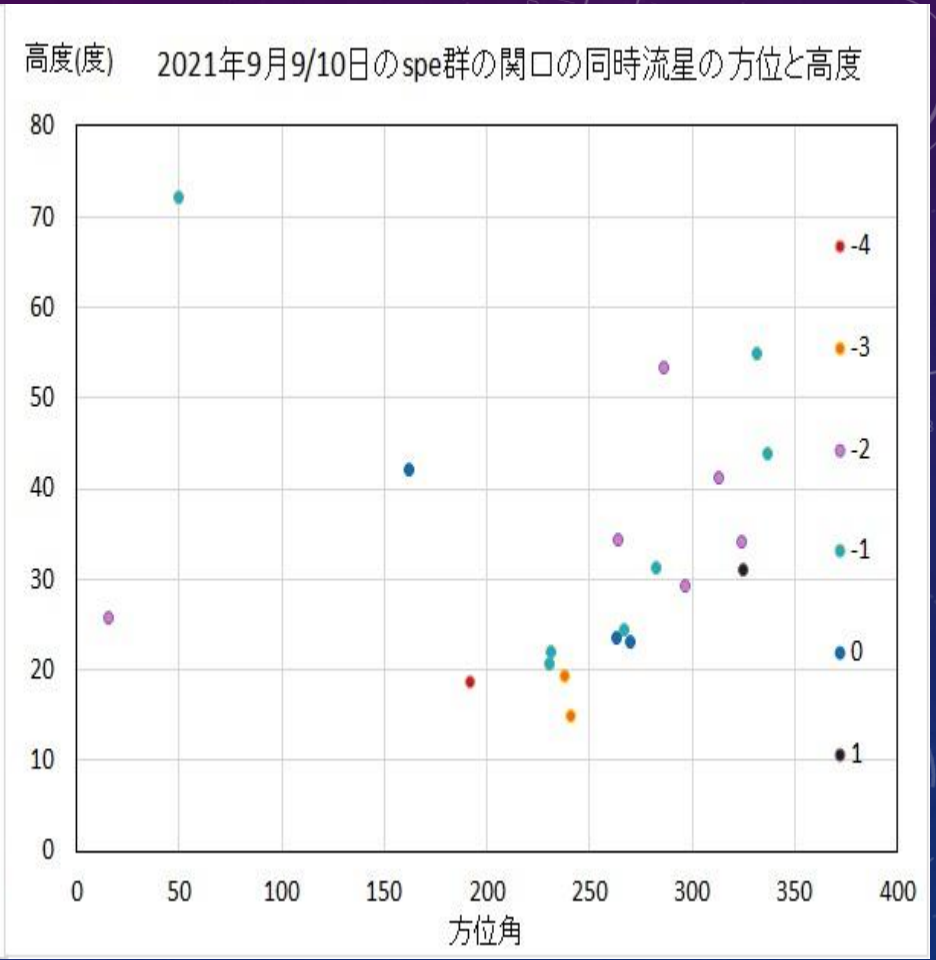




左は、同時流星になったSPE群の流星の出現変化です。単点と同ように23時から増加しています。1時台に最高で8個となっています。これをみると単点の3分の一程度で突発とは言えないような感じです。2時台は、雲の影響があっのか少なくなっています。単点の私の結果と似ています。単点の全流星では、この時間も多く出現しているので、不思議です。右は、光度分布です。絶対光度なのでー2等が多くなっています。0等からー2等が多くなっています。ー3等以上は、6個ありますが、微かなスペクトルだけの2個しか撮影されていません。

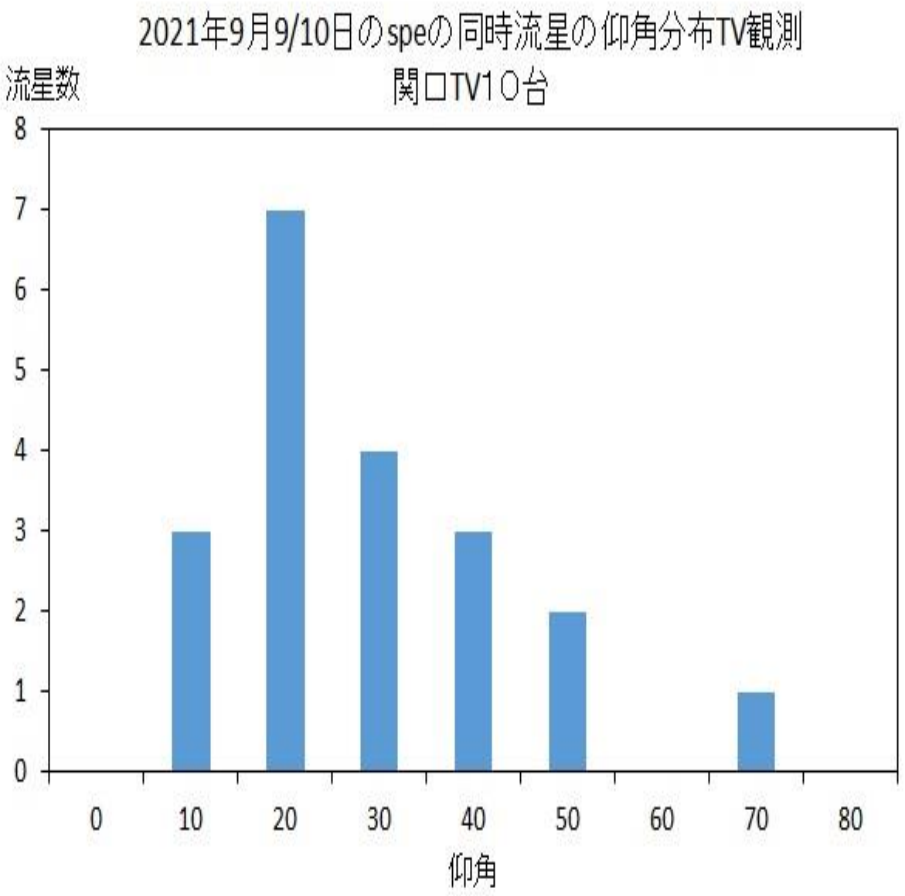
同時流星の方位角と仰角

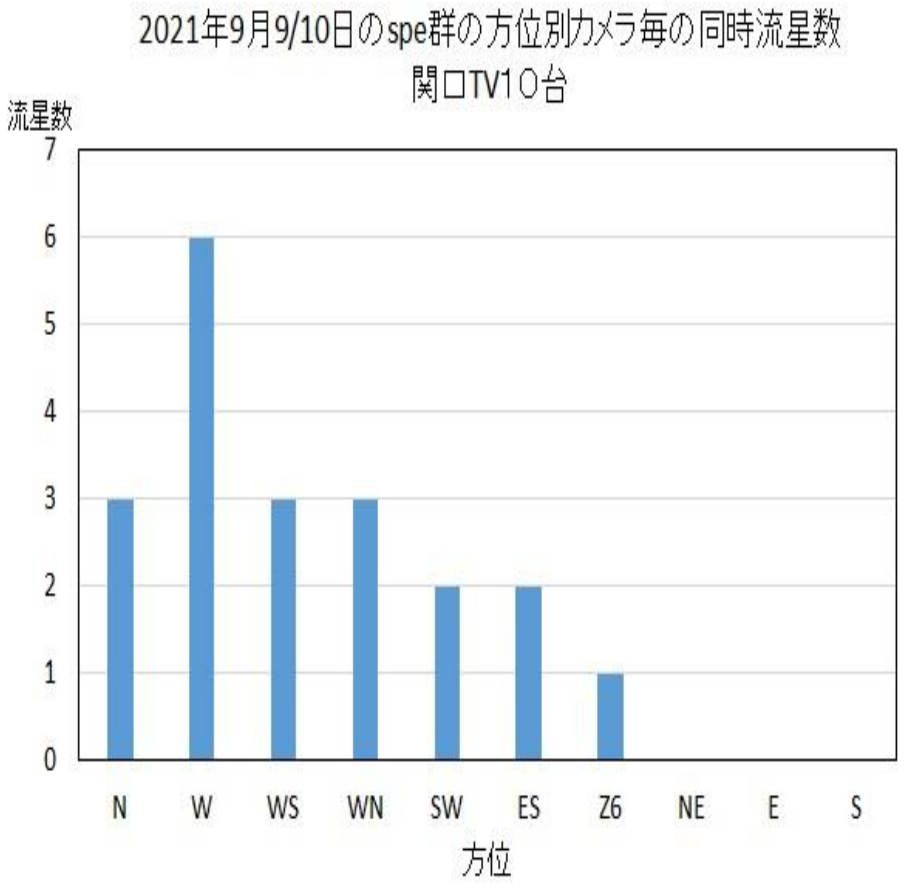




左は、9月9/10日のSPE群判定の全流星の全観測者のグラフです。方位角は、全体に広がっていますが、仰角は、10度から50度付近が多く。60度以上は、少ないです。20度から30度が多いです。低空の流星が多く同時になっています。右は、私だけのグラフです。殆どが南西から北西の方でした。北から東側は、殆ど同時になっていません。仰角は、やはり、全観測者と同ように20度から30度の低空が多かったです。

同時流星の方位と仰角　関口のみ





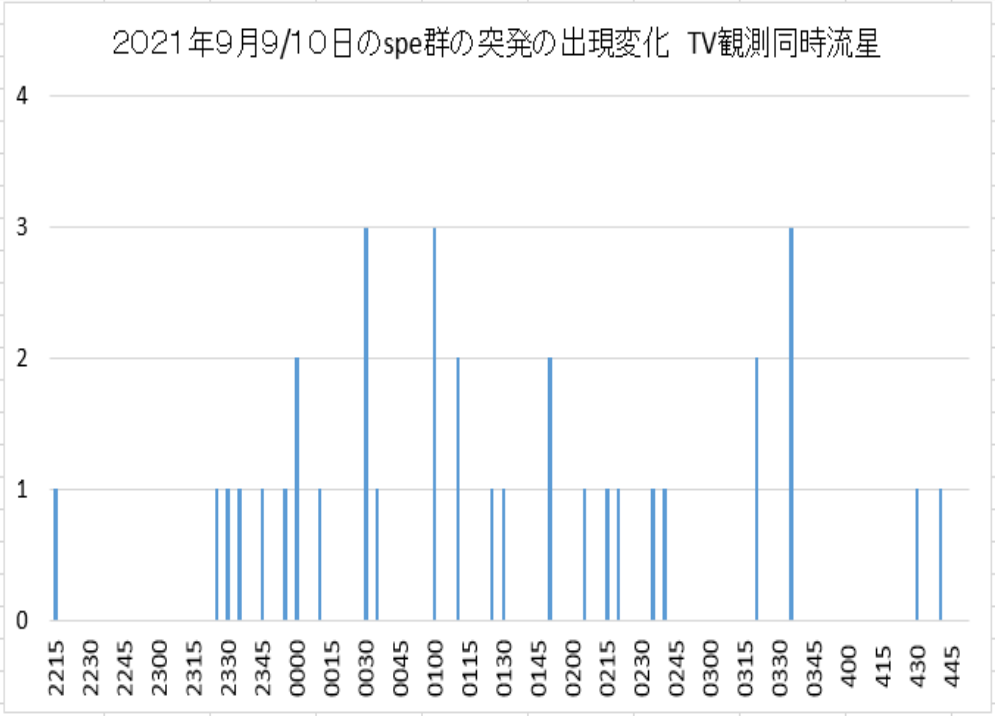
左は、同時流星の内関口のみの仰角のグラフです。20度が一番多いです。60度以上は、殆どありません。右は、カメラごとの方位です。殆どが西のWのスペクトルカメラで撮影されていました。それでも6個です。西の方のカメラでは、多く撮影できていますが3個程度と少ないです。北カメラでも3個でした。1地点のみでは、なんとも言えません。

SPE群の同時流星の全流星の5分毎の出現数変化

間隔1	数	突発時刻	数
2200			
2205			
2210			
2215	1		
2220			
2225			
2230			
2235			
2240			
2245			
2250			
2255			
2300			
2305			
2310			
2315			
2320			
2325	1		
2330	1		
2335	1		
2340			
2345	1		
2350			
2355	1		
0000	2		
0005			
0010	1		
0015			

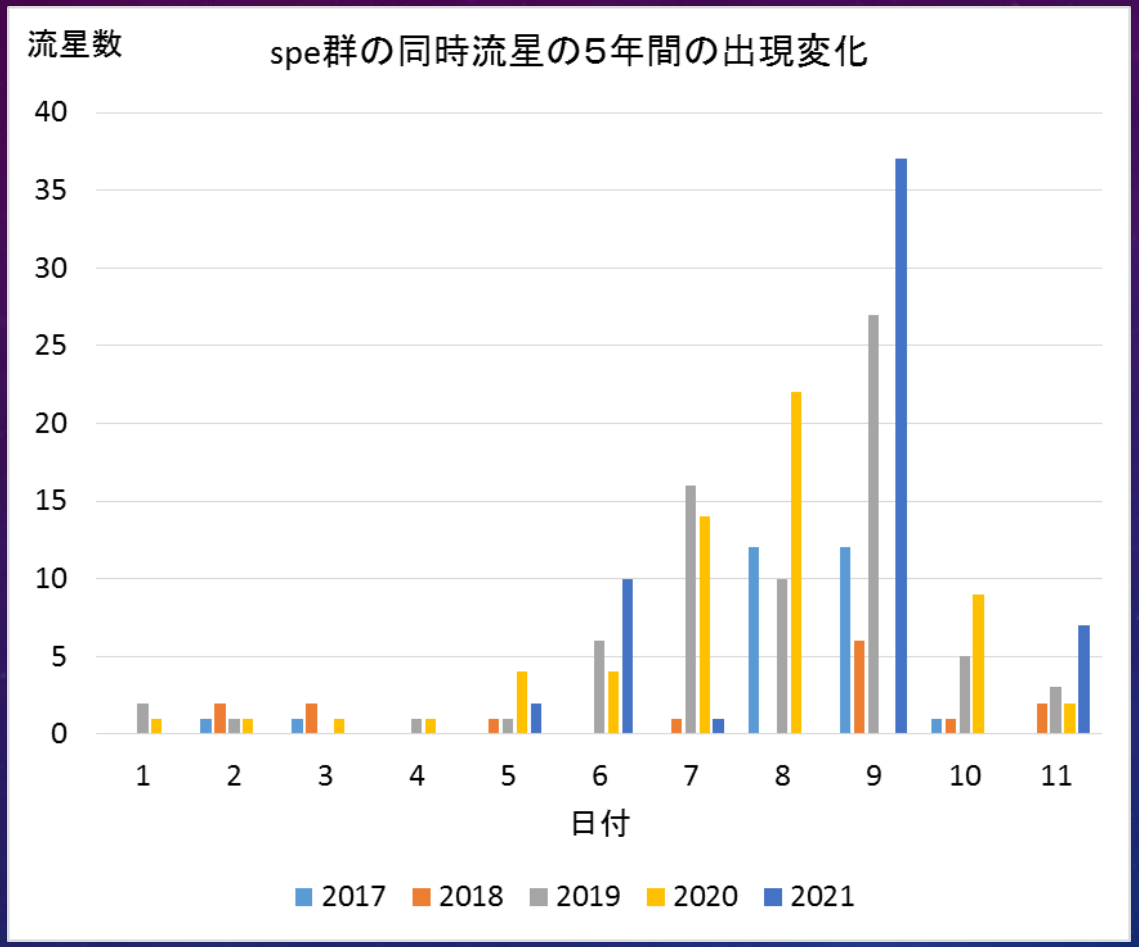
間隔2	数	突発時刻	数
0020			
0025			
0030	3	3分間で	
0035	1		
0040			
0045			
0050			
0055			
0100	3	1:02	
0105			
0110	2	1:13	
0115			
0120			
0125	1		
0130	1		
0135			
0140			
0145			
0150	2		
0155			
0200			
0205	1		
0210			
0215	1		
0220	1		
0225			
0230			
0235	1		

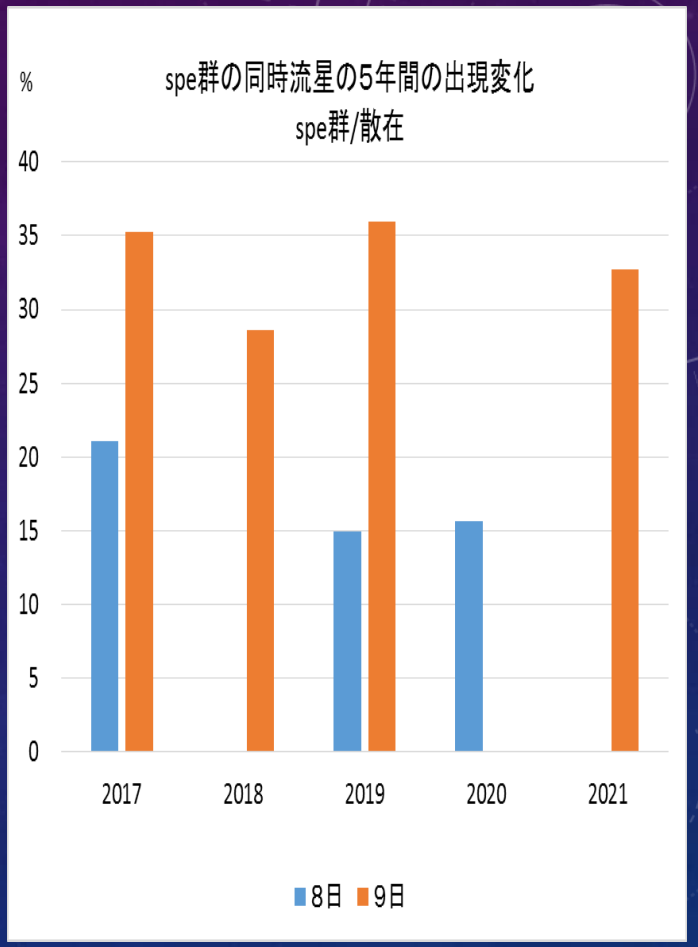
間隔3	数	突発時刻	数
0240	1		
0245			
0250			
0255			
0300			
0305			
0310			
0315			
0320	2		
0325			
0330			
0335	3	3分間で	
0340			
0345			
0350			
0355			
400			
405			
410			
415			
420			
425			
430	1		
435			
440	1		
445			
450			



9月9/10日のSPE群判定の同時流星の全流星の5分毎の出現変化の表とグラフです。表の青いところがやや多めの出現帯です。1分間に2個から3個の出現の時刻が2回だけでした。00時30分と3時35分の3分間で3個が2回で、1時00分には、1分間で3個の出現があり最高でした。23時25分から2時40分にかけて多く出現があったようです。また、出現には、ムラが見られています。

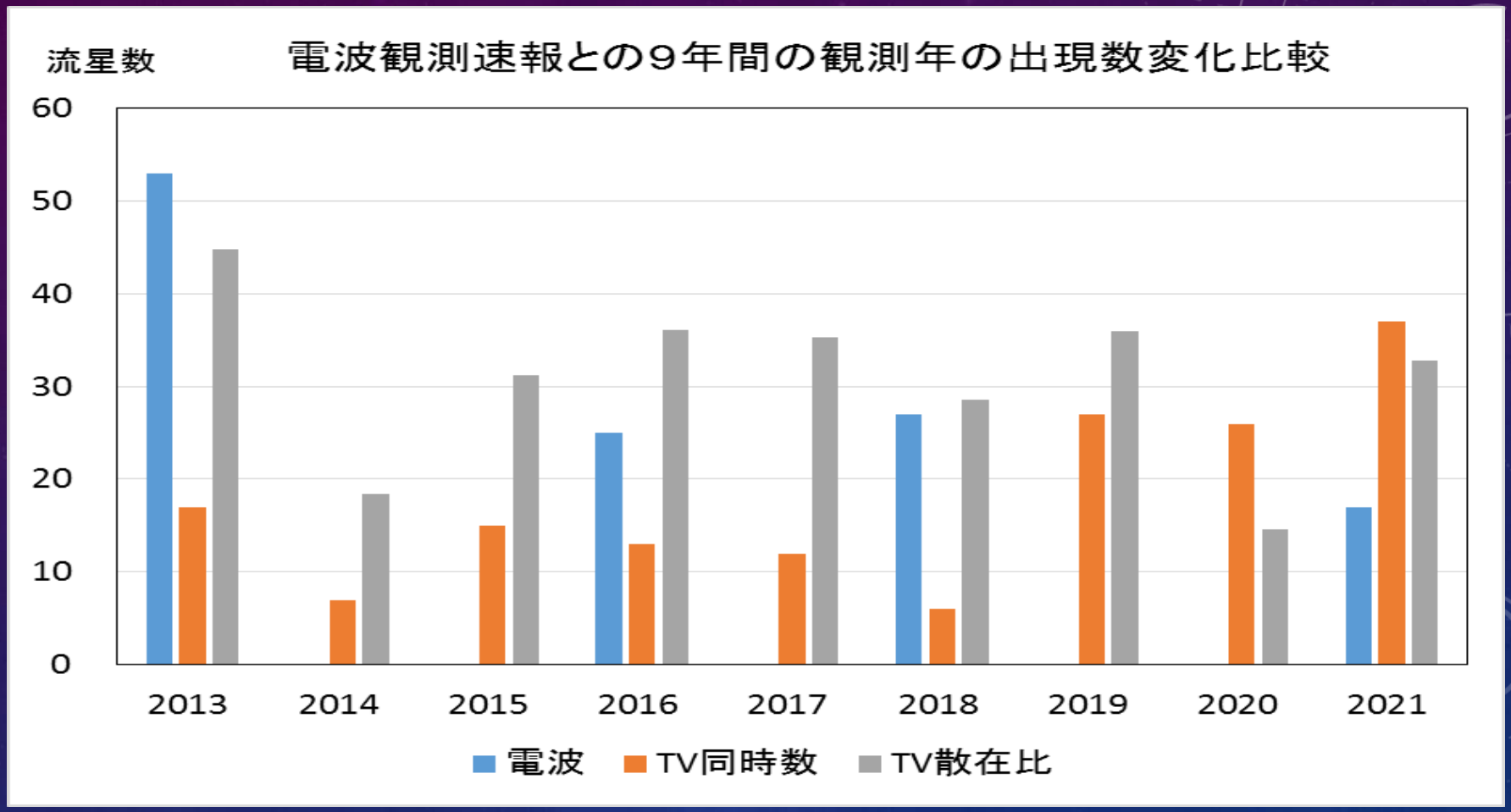
９月のSPE群の同時流星の５年間の出現数変化





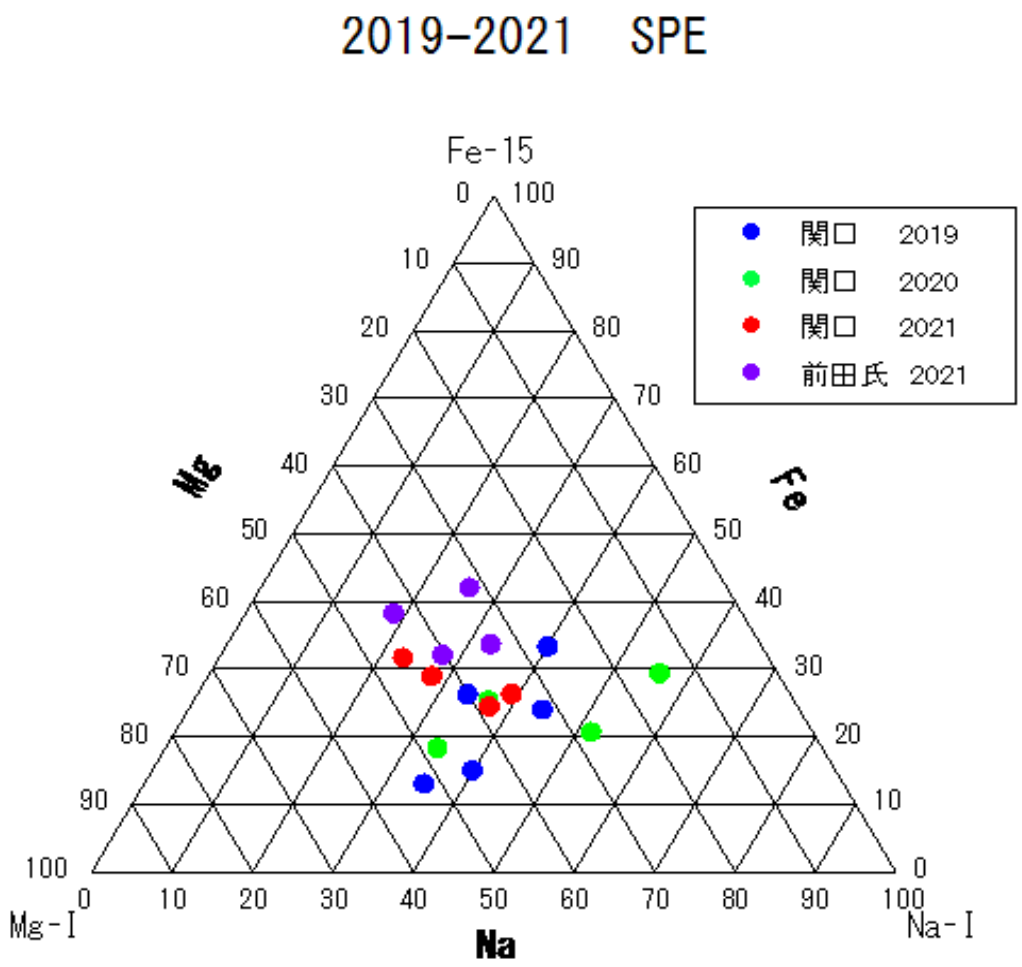
左は、同時流星の単純な合計数のグラフです。天候やカメラ数によって影響もありますが、今年は、多いように感じます。年によっては、8/9日や2日間にわたって多い年もあるようです。
右は、散在と比較しています。散在比で見ると8/9日よりも9/10日の方が多く出現しているようです。今年が特に多いということではないようですが。天気やカメラ数のよる影響は、ありますのでなんとも言えません。

電波観測結果とTV同時流星の9年間の出現数変化



電波観測速報からの結果とTV観測同時流星の9年間の出現数変化を比べました。電波観測では、2013年に多くの出現がありました。TV観測では、同時数は、少ないですが散在比では、やはり多くなっています。TV観測では、2014年と2020年が少なくなっていますが、電波観測の結果がないのでわかりません。ここでは、9/10日のデータがない年は、前後の日のデータを入れています。どうやら年によって出現にムラがあるようです。

流星スペクトルの解析結果



左は、2019年と2020年と2021年のこの群のスペクトル解析結果です。2021年は、感度補正は、してなくピーク比です。2019年と2020年は、感度補正済みのピーク比です。2019年から2021年の流星では、Narmalのタイプが殆どです。Na poor とFe poorが数個見られます。今年は、殆どがNarmalのタイプです。前田さんと私の結果では、鉄の割合が少し違います。前田さんのは4Kなので鉄がよく見えますが、私の方は、鉄の感度がよくないです。私の方は、HDでは、微かな1個のみでした。薄雲も少しあったりできれいなスペクトルではないので参考です。

2021年9月9/10日のSPE群の突発出現?の考察のまとめ

- TV観測の単点でのこの群の多さが目立ちましたが色々と調べた結果、例年と同様の出現のようでした。光度分布は、５等から－４等まで１等が一番多かったです。
- 単点でも同時流星でも２３時から４時にかけて多く出現したのは、事実のようです。１秒間に２～３個の出現が多かったです。出現のムラも見られました。
- 軌道計算の結果で輻射点の集中が見られました。軌道から2つのグループがあるような感じもします。
- ９年間の出現数変化からこの群は、出現にムラがありそうです。
- スペクトルは、殆どがNormalタイプでした。
- ★観測速報は、次のサイトで見られます。
  http://www5f.biglobe.ne.jp/~hro/Flash/2021/SPE/index.htm
- ★以下のサイトで私のこの資料の大体が見られます。また、前田さんのスペクトルや魚眼カメラによる画像も掲載されています。

  http://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=4997

こぐま座流星群（#0015URS）についての一考察(小関正広)
こぐま座流星群の観測について調査したところ、1945年の突発出現と近年の観測では極大の太陽黄経が1度ほど離れており、2011年と2017年の観測でも極大の太陽黄経が0.4度異なり、また、2011年と2017年では輻射点の中心位置も2度ほど異なっていることが見出された。

こぐま座流星群（#0015URS）についての一考察

MSSonline/2022/March 10
日本流星研究会　小関正広

要約

こぐま座流星群の観測について調査したところ、1945 年の突発出現と近年の観測では極大の太陽黄経が 1 度ほど離れており、2011 年と 2017 年の観測でも極大の太陽黄経が 0.4 度異なり、また、2011 年と 2017 年では輻射点の中心位置も 2 度ほど異なっていることが見出された。地球でこぐま座流星群の活動が活発化するのは祖天体 8P/Tuttle の数百年から千年以上前の様々な回帰年のトレイル（団塊部）によるものであり、年によって極大が 1 日、輻射点が 2、3 度ずれることは当然とみられる。

１．はじめに

１９世紀半ばに、流星群は彗星からの放出物質によって誕生することが知られるようになると、彗星軌道から流星群の輻射点が計算されるようになった。1875 年には A.S.Herschel によって 8P/Tuttle からの流星群が予想されていた。１９世紀から２０世紀前半には W.F.Denning らによって注目されていたが、明確な活動は見られなかった。こぐま座流星群が注目されるようになったのは、1945 年に現在のスロバキアにあるスカルナテプレソ天文台で 12 月 22 日 18:15~25UTC に 1 時間当たり 169 個の出現がされたと報じられたことによる。3 個の流星が写真撮影されたことによって、輻射点も正確に求められ、8P/Tuttle 彗星を祖天体とする流星群であることが確実となった。しかし、その後も毎年活動する流星群なのか判然としない状態が続いていた。本稿では 1945 年活動とその後の活動を比較、検討する。

２．1945 年の活動

実は先に記した 1 時間当たり 169 個という数字は 4 人の観測者によるものであり、その後、一人当たりでは 108 個と訂正された。また、非常に残念なことに、観測は月明と雲により打ち切られていて、真の極大は捉えられていない。観測時間は輻射点が北中に近づく時間であり、記録された 10 分ごとの流星数を輻射点高度の正弦で除して求めて ZHR としたグラフを図 1 に示す。これから流星数は増加の途上にあり、観測終了後に極大を迎えたであろうと推測される。

横軸は J2000.0 による太陽黄経であり、後述のように現在観測されるこぐま座流星群の極大とは 1 度近い差がある。

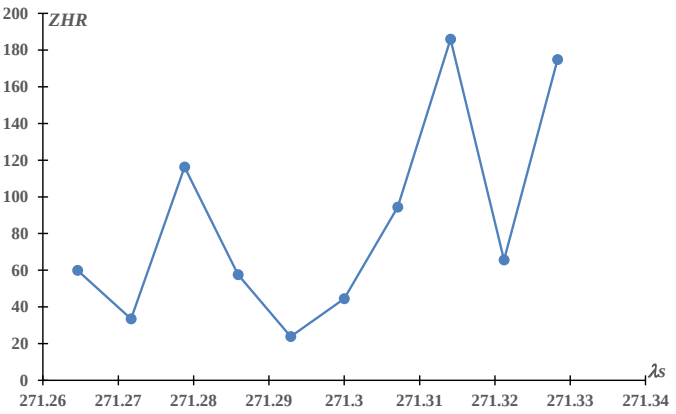


図 1：1945 年のスロバキアでの観測。

３．日本での観測

小槇孝二郎と小関正広によって 1969 年までの眼視観測による輻射点の一覧表が作成されているが、その中でこぐま座流星群とされているものを表 1 に示す。

表 1：OAA と NMS で 1969 年までに観測されたこぐま座流星群の輻射点。

No.	Year	Month	Day	λs	α	δ	λ-λs	β	N	Apex	Wt	Remarks	
2019	1939	12	21.81	269.2	225	+75	221.0	73.5	6	179.2	2	Ursa Minorid(Comet Tuttle)	
2129	1944	12	21.8	269.9	259	+74.5	199.8	81.3	5	180	1	two nights	
2649	1960	12	20.646	268.6	220	77	215.4	72.1	4	178.9		β-Umi	K.Maruo
2650	1960	12	21.684	269.7	235	77	210.9	75.3	5	179.9		β-Umi	K.Maruo
2907	1963	12	22.542	269.8	215	82	199.8	70.1	5	180.0		Umi	小槇孝二郎
2909	1963	12	22.572	269.8	217.5	79	208.3	71.2	SM	180.0		mag=2.5	南晴久
2776	1962	12	22.688	270.2	251	78	197.8	77.3	4	180.4	P	β-Umi	藪保男
3572	1969	12	27.792	275.6	220	75	215.0	72.3	6	185.7		β-Umi	片山哲也

輻射点等は B1950 によるものであり、太陽黄経を J2000.0 に換算するには 0.7 度を加えるとよい。以下で述べるように、現在こぐま座流星群の極大と考えられるところに集中していることが分かる。また、スロバキアの 1945 年の観測に先立つ記録があることは注目される。

これ以降の日本での主な観測をみておこう。1981 年に木曽観測所の夜天光観測のカメラでこぐま群の火球が捉えられている。通常、年平均で 25 個の火球である中で、一晩で 5 個というのは突出している。-1 等級より明るい流星の HR を 0.8 として、肉眼流星の HR はおよそ 80 と見積もられている。また、1994 年には大塚さんの予報が出されており、塩井さんが 12 月 22 日 18h10m (UTC)に HR=30 を捉え、大塚さん自身も 1 個のこ

ぐま群の写真を得られているが、悪天候のため、その他の観測がない。2000 年の出現は Jenniskens と Lyytinen によって予報されており、日本では眼視でも夕方にぎりぎり観測できた。電波観測では上田さんや小川さんがほぼ予報通りの時間帯に出現を捉えている。

４．SonotaCo ネットによる 2007~20 年のこぐま群

2006 年に P.Jenniskens の大著の中で E.Lyytinen との共同作業によってこぐま座流星群の活動予報が作成されている。また、2007 年以降は SonotaCo ネットの活動によって、毎年の活動状況が確実に得られるようになった。表 2 はこの両者を比べたものである。Trails は彼らが計算したトレイルが地球軌道に接近することによって想定される ZHR、Filament はトレイルの重なりによって想定される ZHR である（註：以下では Trail は祖天体から放出されて間もない部分なので団塊部、Filament は Trail が重なり合って軌道上に紐上に伸びた部分なので延伸部と呼ぶ）。

表 2：日本でのビデオ観測と Jenniskens らによる予報値。

年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	計
撮影数	2	11	45	45	81	6	19	18	5	14	124	20	9	79	478
Trails								10		30				490	
Filament	29	54	23	22	18	18	22	18	20	83	99	91	30	34	

まず、この中で 2007~18 年の 12 年間の観測を用いて作成した輻射点分布図と活動曲線を示す。これは、先に MSS で発表した「ビデオ観測による流星群データ集」の中に示したものである。12 年間というのは地球が軌道を一周するのに要する時間に 0.25 日の端数があり、同じ時刻に同じ軌道上の位置となる（つまり極大が観測時間に合う）のは 4 年に一度であること。また、月齢は年に 10 日ばかりずれるため、極大の月明による影響は 3 年の周期で変化すること。この両者を合わせるとほぼ 12 年で極大の観測条件が一巡することになるためである。

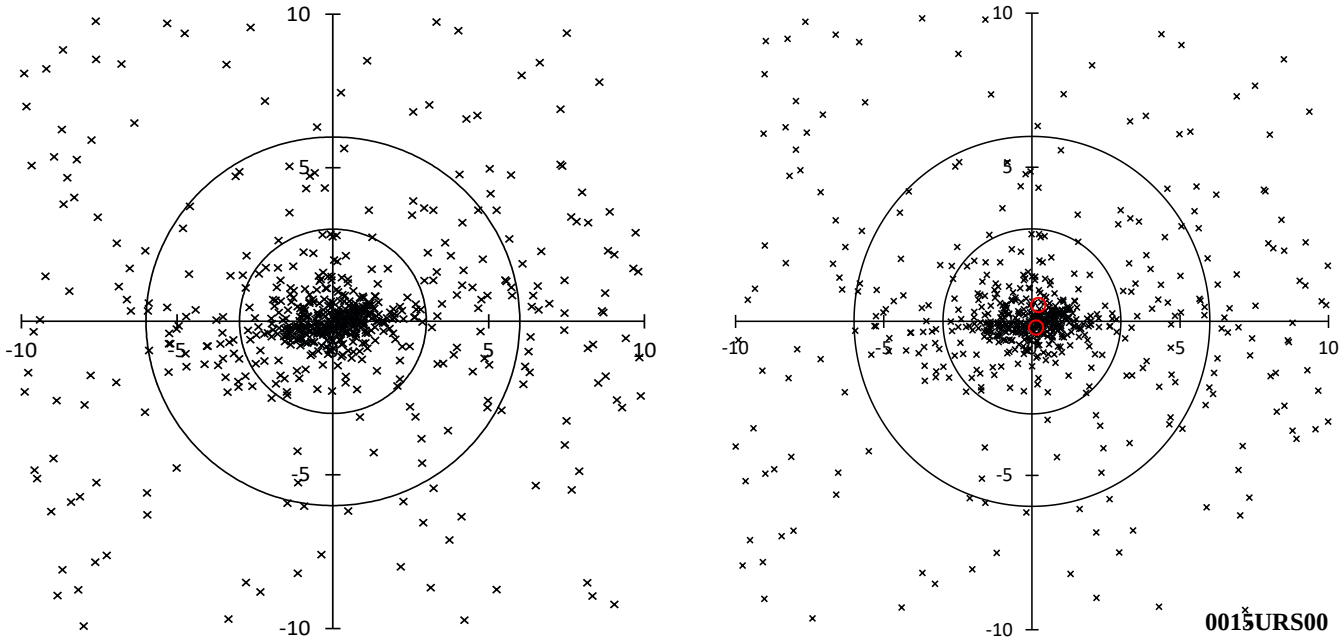


図 2：こぐま座流星群の輻射点分布。右側は分布の傾きを補正して、写真観測を追加したもの。

図 2 に示す輻射点分布は(λ-λs, β)座標を用いて、λ-λs 方向を x 軸、β方向を y 軸として表して、輻射点移動を直線回帰で補正したものである。具体的な数値等は「ビデオ観測による流星群データ集」を参照されたい。輻射点はほぼ中心から 3 度以内に収まることが示されるが、輻射点移動を補正しても分布域が細長く、また、x 軸に対して傾斜していることが分かる。この傾きを補正したものを図 2 右に示す。これには写真観測による輻射点を○で加えている。写真観測の時代にはこぐま座流星群はわずか 2 個しか得られていないことが分かる。こぐま座流星群が毎年活動していることが分かったのは近年のことである。

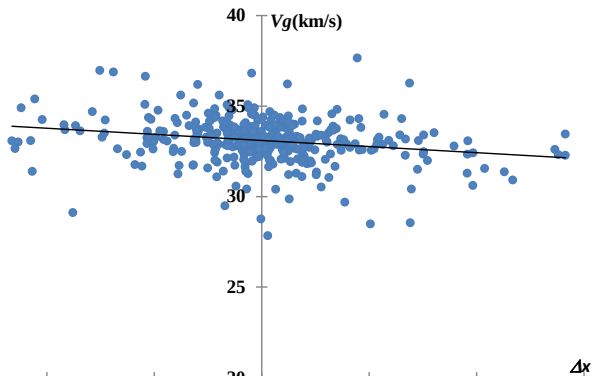


図 3：図 2 右側の x 軸に沿った地心速度分布。

この横軸に沿ってΔxと地心速度の相関を調べると明らかな相関がみられる（図 3）。これをもとにΔxによる軌道要素の違いを計算する。表 3 に示したものは極大をλs=270.5 として求めたものである。

表 3：こぐま座流星群の輻射点の広がりと軌道要素

Δx	$\lambda-\lambda s$	β	α	δ	V_g	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
-3	227.9	71.5	217.8	72.5	34.1	0.781	0.946	55.5	204.3	270.5	104.8	-19.8	4.31
-2	224.8	71.7	218.3	73.5	33.8	0.793	0.944	54.6	204.8	270.5	105.5	-20.0	4.57
-1	221.7	71.9	218.8	74.5	33.4	0.806	0.942	53.7	205.3	270.5	106.1	-20.1	4.85
0	218.5	72.1	219.4	75.5	33.1	0.818	0.940	52.8	205.7	270.5	106.7	-20.2	5.17
+1	215.2	72.2	220.0	76.5	32.8	0.830	0.938	51.9	206.1	270.5	107.4	-20.3	5.52
+2	212.0	72.2	220.8	77.5	32.4	0.842	0.936	51.0	206.5	270.5	108.0	-20.3	5.91
+3	208.7	72.2	221.7	78.4	32.1	0.853	0.935	50.1	206.9	270.5	108.5	-20.3	6.34

λ_Πとβ_Πは近日点の黄経と黄緯で、輻射点の広がりが近日点の黄経方向の広がりによるものと考えられる。しかし、この輻射点の広がりが例年みられるものであるのかはこの後検討する。

2007~18 年の活動を平均化した活動曲線（図 4）は 12 年間の平均を示したものであり、縦軸の数値は 1 日あたり平均で何個のこぐま群が撮影されるかを表している。極大はλs=270.5 であり、活動の時間は短く、半値幅（極大の出現数の半分になる時間）はおよそ半日であることがわかる。極大が日本で夜半過ぎにあたれば輻射点高度も高くなり、それなりに出現を見ることができる。昼間はもちろん、輻射点高度の低い夕方であれば、多くは期待できないことになる。

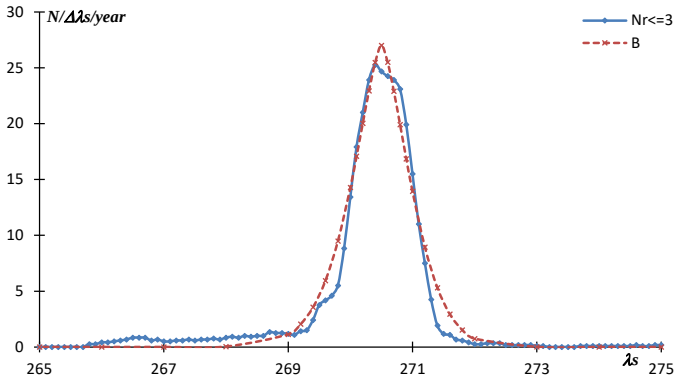


図 4：2007~18 年のビデオ観測による活動曲線。

先に示した 2007~20 年のなかで撮影数の多い、2011 年、2017 年、2020 年について詳しく見ていこう。極大付近で撮影されたこぐま座流星群と判定された流星を太陽黄経順に並べて、9 個ごとに平均の輻射点高度の正弦を用いて簡易に ZHR の移動平均としたものを示す（図 5）。これにより、日本の光学観測者は 2020 年にこぐま座流星群の極大を逃していることが分かる。この年には表に示した Jenniskens らの予報通りに北米では活発なこぐま座流星群の出現が見られている。例として CMOR の観測を図 6 に示す。例年のこぐま座流星群の活動は CMOR では痕跡程度に過ぎないが 2020 年には主要流星群に匹敵する活動を記録している。ただし、この活動は 1 日だけのものであった。こぐま座流星群の極大期が短いことが示されている。

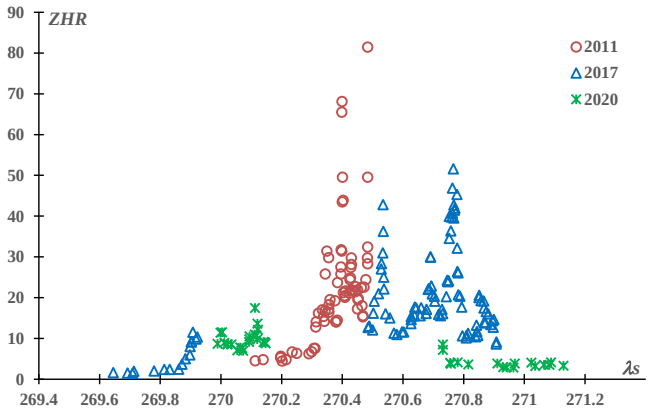


図 5：ビデオ観測によるこぐま座流星群の ZHR。

また、図 5 からビデオ観測の ZHR は 2011 年と 2017 年で極大の位置が太陽黄経で 0.4 度ほど異なっていると考えられる。これは観測数が少ないことによる見かけ上のものとも考えられるが、以下で述べるように輻射点分布を詳しく見ると、この違いは 8P/Tuttle 彗星による異なった団塊部あるいは延伸部を観測しているものと捉える方が妥当と思われる。

2007~18 年にビデオ観測されたこぐま座流星群の輻射点分布（図 2 右側）を拡大して示したものが図 7 である（1945 年の写真観測による輻射点も示した）。2011 年と 2017 年を比べるため、その他の年については位置を示す点のみとしている。2011 年の輻射点が右側、2017 年の輻射点が左側に分布していることがわかる。一見すると、輻射点移動のようにも思えるが、輻射点移動は($\lambda-\lambda s$, β)座標で左から右であることが一般的であり、こぐま座流星群の場合も同様である。図 5 に示したように 2011 年の観測は 2017 年よりも早い時期のものであり、輻射点移動から見れば図 7 の左側に 2011 年の観測が位置する方が自然である。また、($\lambda-\lambda s$, β)座標で輻射点分布を表した場合に太陽黄経で 1 度以内の観測では輻射点移動はほぼ無視できる。これらを考慮すると、図 7 に示した 2011 年と 2017 年の輻射点分布の違いは流星物質の延伸部の異なる部分を観測したためと考えられる。従って、図 5 に見られる極大時間の違いも延伸部が屈曲しているために生じたものであろう。

表 4 は 2011 年と 2017 年の太陽黄経 270.0~271.0 の間におけるこぐま座流星群の平均要素を比べたものである。地心速度に違いがないために輻射点の位置のこの程度の違いでは軌道要素に大きな違いは見られない。ビデオ観測による誤差の範囲と考えられる。ここで表 3 に示したこぐま座流星群の輻射点の広がりと軌道要素の違いを再考してみよう。表 3 で x が負となる側の方が正の側よりも地心速度が大きく、近日点の黄経λ_Πが小

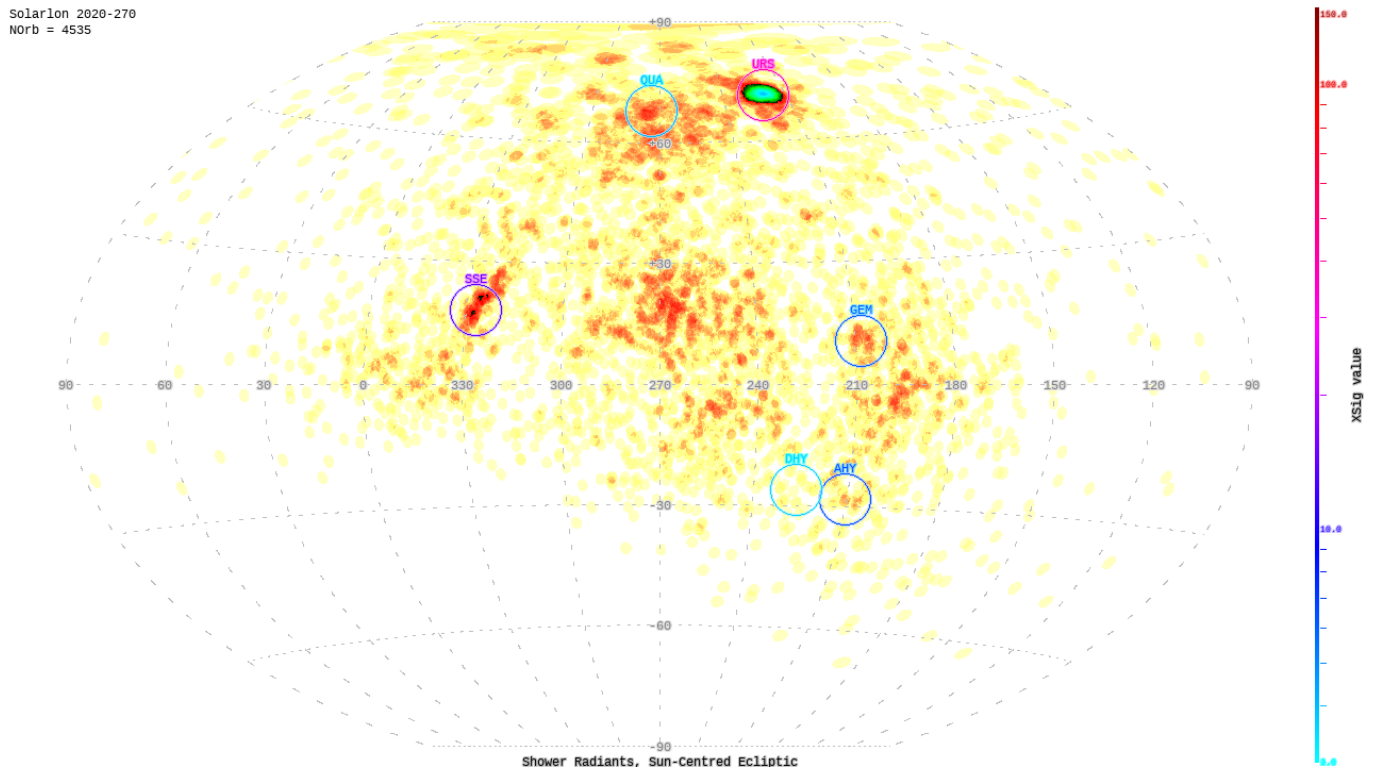


図 6：CMOR による 2020 年のこぐま座流星群の観測。

さい。しかし、表 4 で x が負となる側すなわち 2017 年ではそのようなことは見られない。表 3 で表された軌道要素の違いは、延伸部からさらに拡散したより古い軌道構造を反映している可能性がある。

表 4：2011 年と 2017 年の太陽黄経 270.0~271.0 の間におけるこぐま座流星群の平均要素。

年	λs	λ-λs	β	α	δ	V_g	e	q	i	ω	Ω	λ_{Π}	β_{Π}	a
2011	270.4	217.7	72.2	219.9	75.8	33.1	0.828	0.940	52.5	205.6	270.4	106.6	-20.1	2.36
2017	270.7	220.0	71.7	218.1	75.0	33.2	0.803	0.939	53.1	206.1	270.7	107.1	-20.6	6.77

５．検討

本稿で扱った 2011 年と 2017 年におけるこぐま座流星群の活動は Jenniskens らによる予報では団塊部にあたらず、2017 年がかろうじて延伸部による活動に相当する可能性があるに過ぎない。8P/Tuttle の軌道が木星とも土星とも接近せず、地球軌道からも離れているために、祖天体から千年以前に放出された粒子を想定しない限り、地球が流星物質に遭遇しない。しかも、摂動が小さいことは団塊部、延伸部ともに広がりが小さく、こぐま座流星群の活動を正確に予報することは困難である。基本的に流星群の活動予報は流星物質の放出時期及び条件を観測により修正して精度を上げるものであり、現在、こぐま座流星群の活動を正確に予報できるわけではないことに留意する必要があろう。

図 7：活動年による輻射点の違い。

平均的な極大λs=270.5 が日本において好条件となるのは 2022 年から 4 年ごとである。大分先のことではあるが、Jenniskens によると 2020 年ほどではないにしても、2030 年と 2034 年は団塊部と延伸部によってこぐま座流星群の活動が活発化すると予想されている。観測によって計算された団塊部や延伸部が実在するのか確かめることによって、予報の精度を向上させるのに重要な観測となろう。

1945 年の突発出現は平均的な極大から太陽黄経で 1 度近く離れた活動であり、輻射点も現在の中心より少しずれていた（図 7）。2011 年と 2017 年でも極大に 0.4 度ほどの違いがある。極大の時間帯も輻射点の位置も完全に予報できるわけではないことに注意が必要である。

２０２２年の５月の７３P彗星関連のヘルクレス座τ(TAH)群の出現と
光度変化と軌道とスペクトル等(関口孝志)

１.今年のTAH群は、佐藤さんの予想通りダストトレイルの出現を捉えることができた。ただ、２９/３０日の突発は、別トレイルか?

２.眼視とTVと電波の３つの観測方法で突発を捉えることができた。

３.暗い流星が多く感度のよいカメラでないと真の活動が捉えられなかった。同時流星では、２等から-２等の明るいものだけであった。

３.軌道の分布で突発出現と定常群の両方が捉えられた。

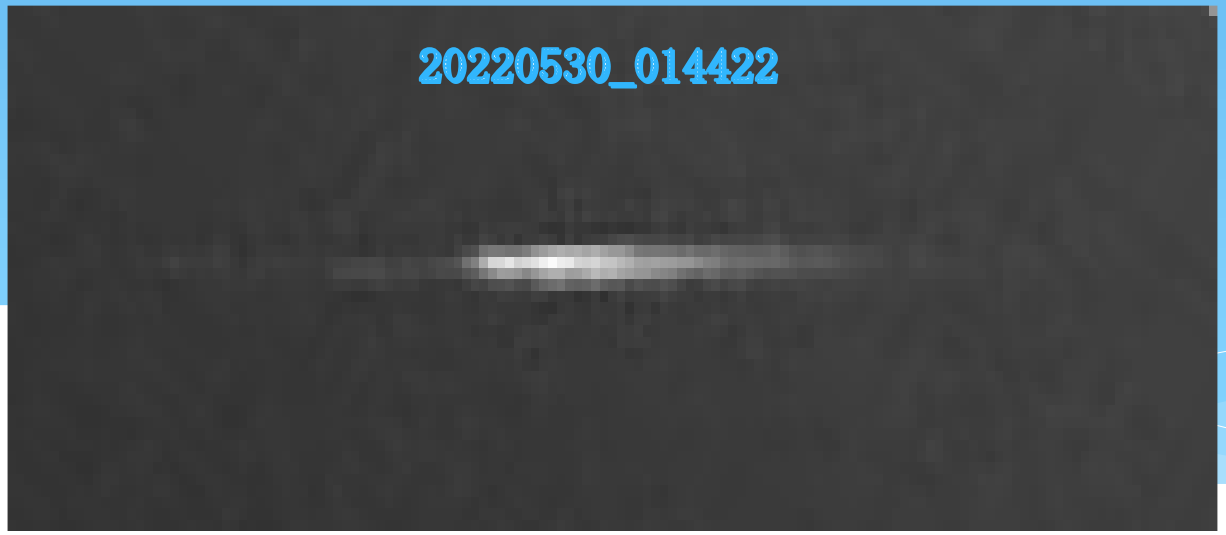
４.特徴的な光度変化は、高層大気の特異点付近で起こっていた。また、１１のタイプに分けられた。他は、殆ど通常のタイプであった。

５.スペクトルも撮影でき、Na が豊富であることが分かった。

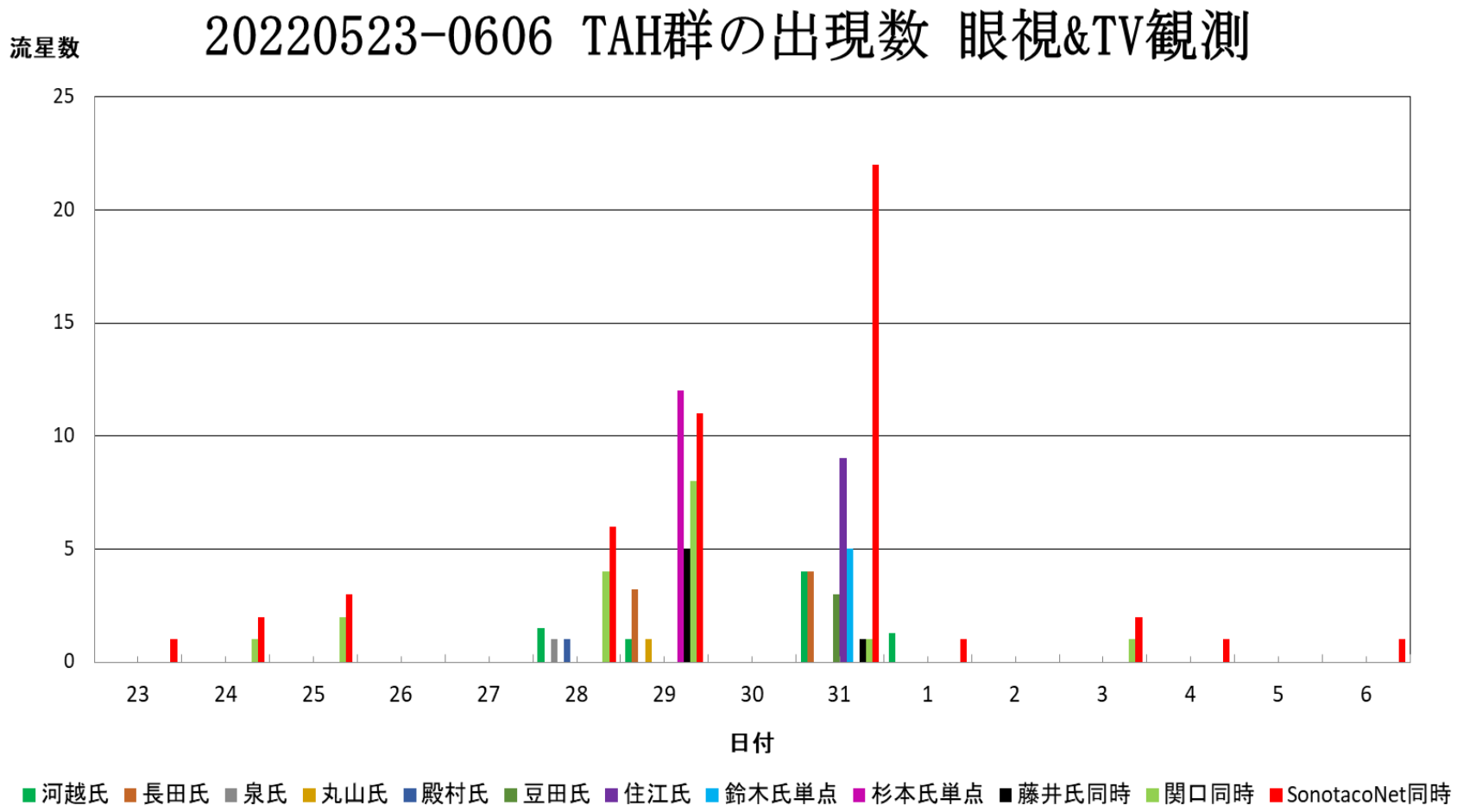
６.０等で低速ですがNaとMgの痕が撮影されています。

流星物理セミナー資料　20220615　関口

2022年の5月の73P彗星関連のヘルクレス座τ(TAH)群の出現と光度変化と軌道とスペクトル等

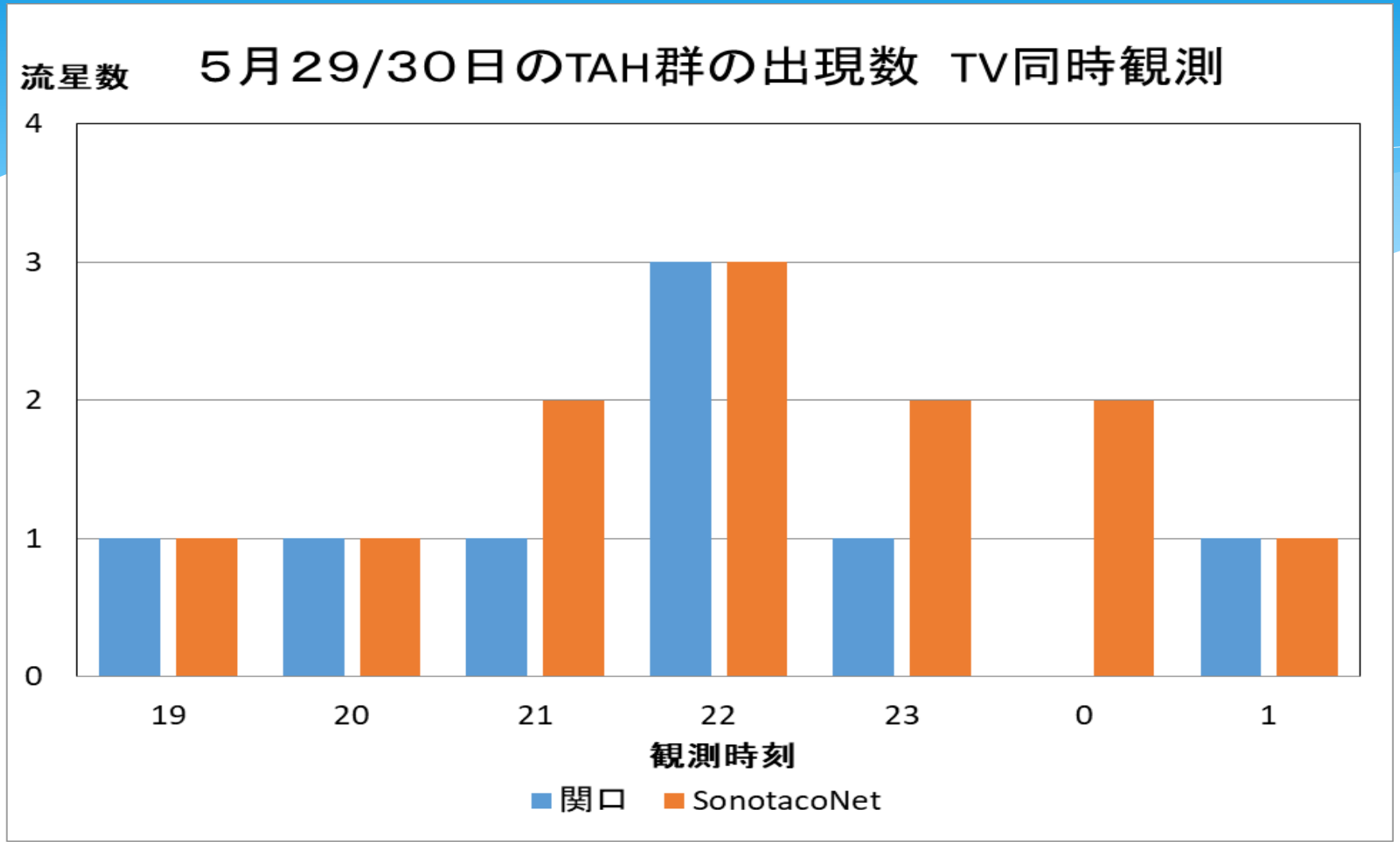


眼視観測やTV観測の様子



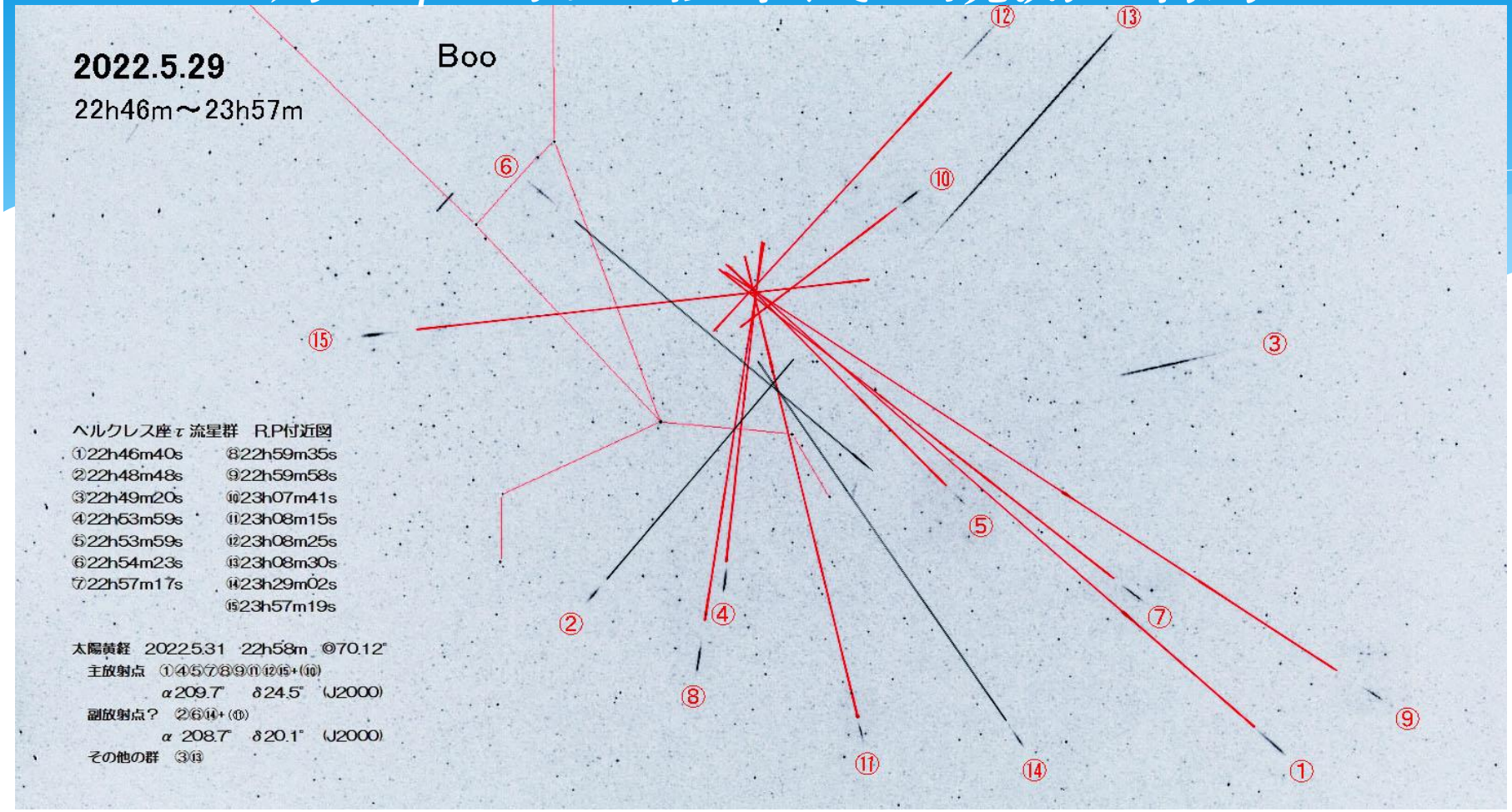
NMS同報等からのTAH群と思われる流星は、２３/２４日から６月６日まで観測されています。長田氏は、２９日の２０時からの１０分間に４個を観測しています。２９日と３１日に明らかな小突発が眼視とTV観測で観測されています。

5月29/30日のTV同時観測の様子



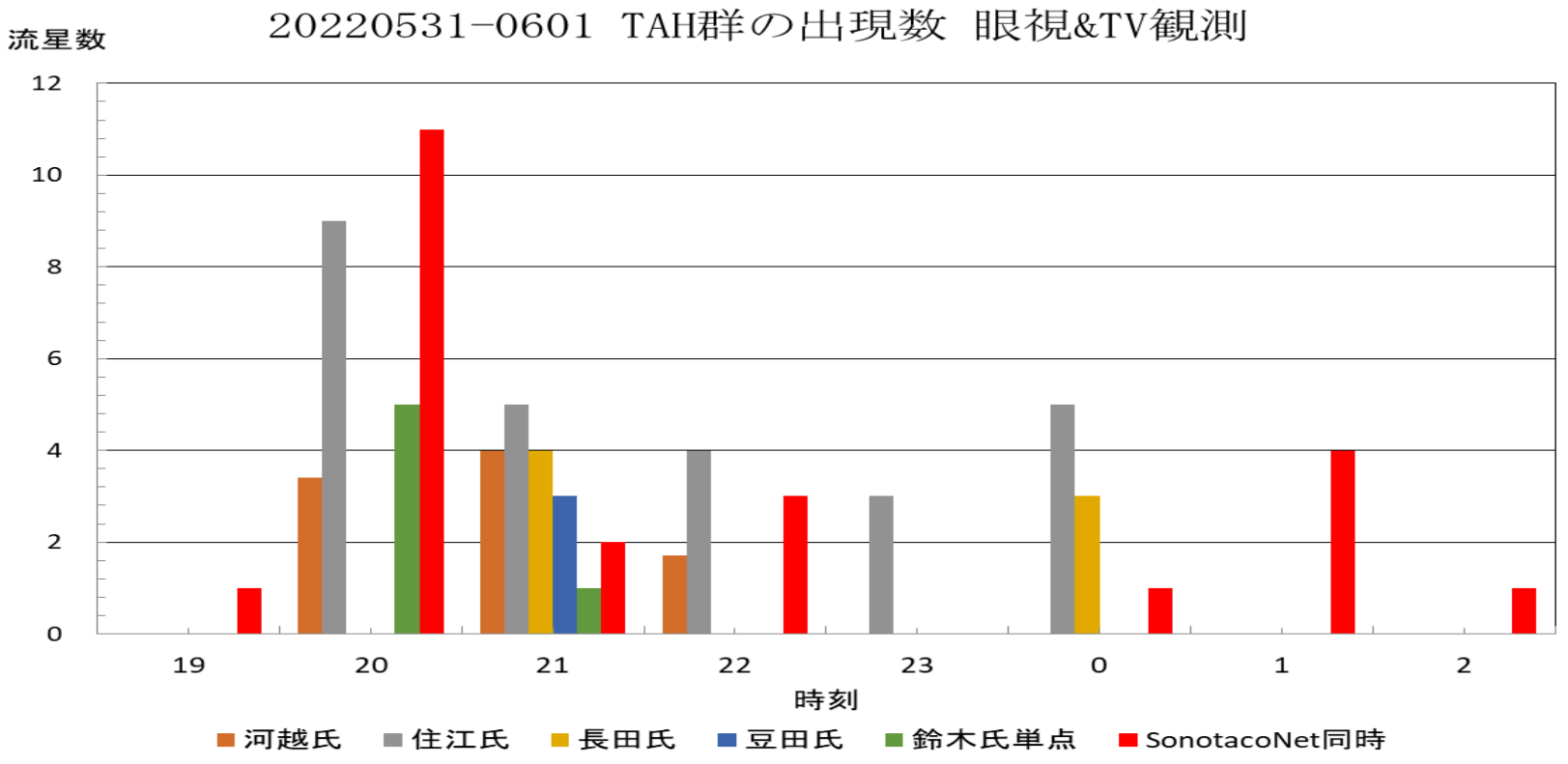
５月２９/３０日のTV同時観測では、２１時から０時にかけて小突発が観測されています。
特に２２時台にやや多く観測されています。

5月29/30日の杉本氏の観測の様子



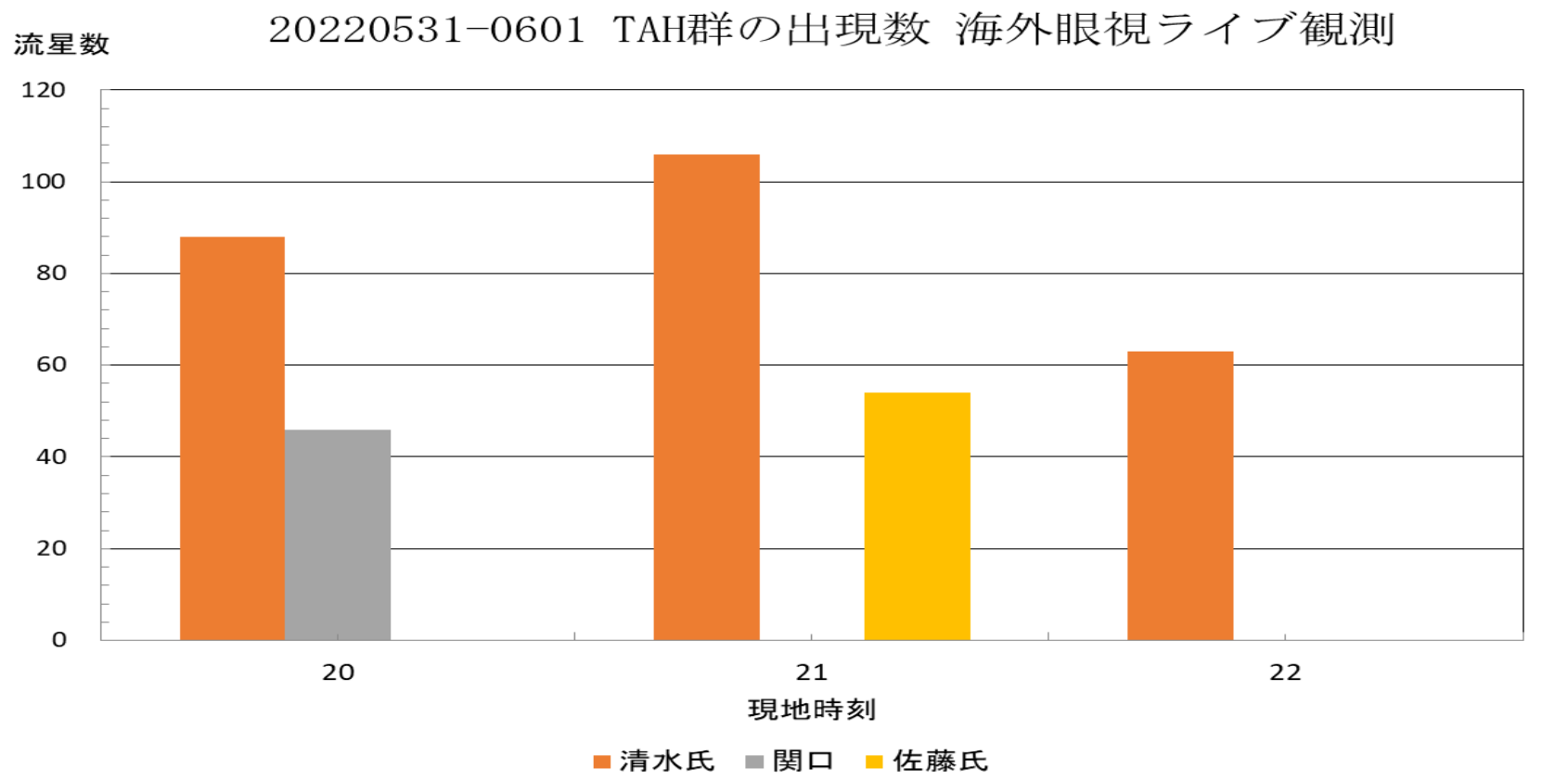
杉本氏の５月２９日夜のヘルクレスτ流星群と思われる流星。35mm F1.4の４連カメラで20h15m～0h51m動画撮影し流星総数340個。群と思われる流星は87個で確実57個，可能性28個でした。特に明るいものは有りませんでしたが，31日の極大の２日前にもかかわらず多数の流星が出現していることに驚きましたとのことです。２２時５３分と５９分と２３時８分には、１分間に２個ずつ出現していたことがわかります。前の２２時台が多いという結果と合っています。

5月31/1日の各観測の出現数の様子



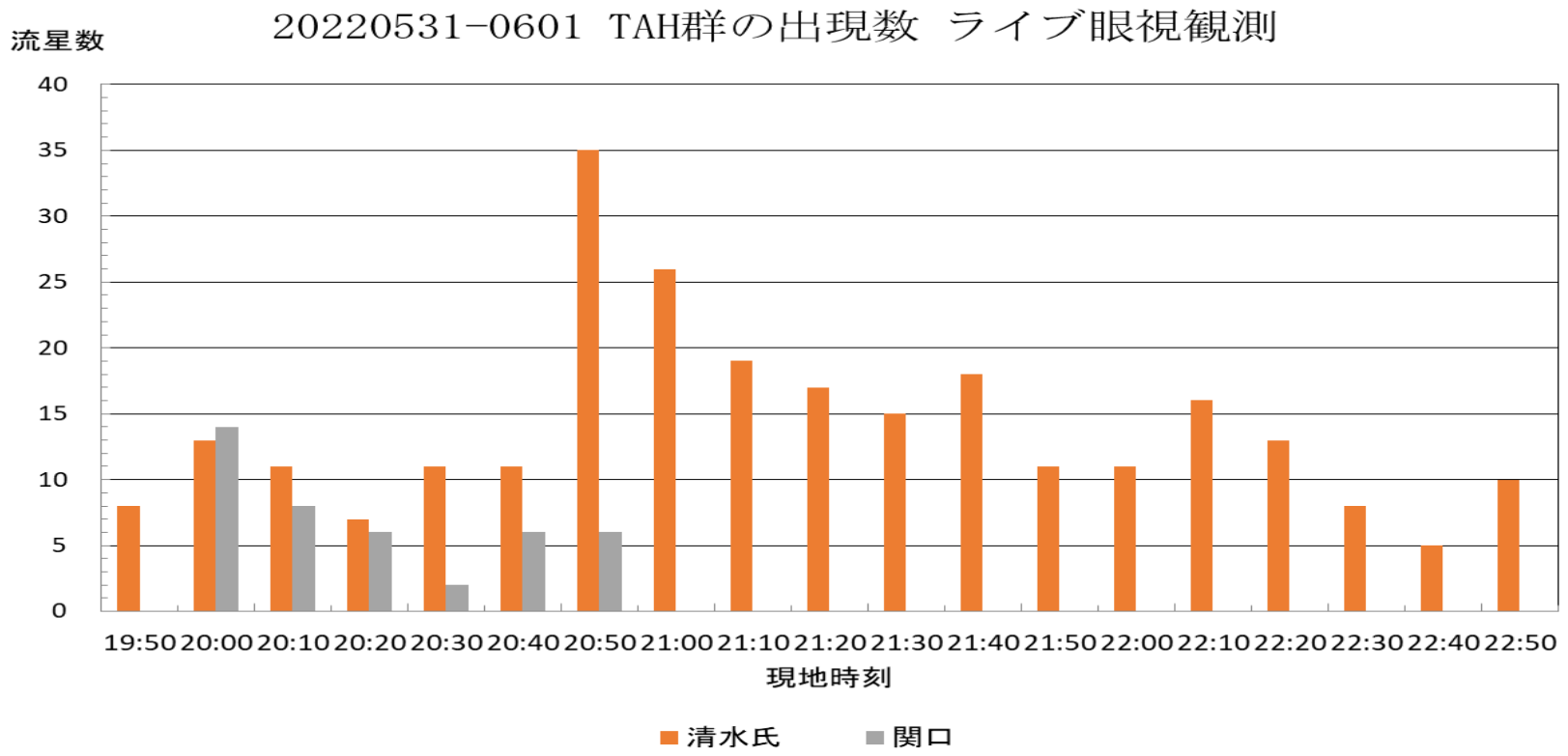
５月３１/１日のTV同時観測では、２０時から１時にかけて小突発が観測されています。特に２０時台に多く観測されています。杉本氏のコメントでは、３１/１日20時45分～2時00分にf35mm F1.4の4連動画撮影で撮影できた416個の流星の内ヘルクレス座τ流星群と思われるものは確実の高いものが63個，可能性があるものが33個でした。動画では思ったよりしっかりした像で写っていましたが24mm F1.4の静止画撮影では検出できませんでした。35mmF1.4の静止画撮影では数個の流星が写っていて２個は可能性があります。今回の出現は静止画撮影ではきっかったかも知れませんとのことです。

5月31/1日の海外眼視ライブ観測の出現数



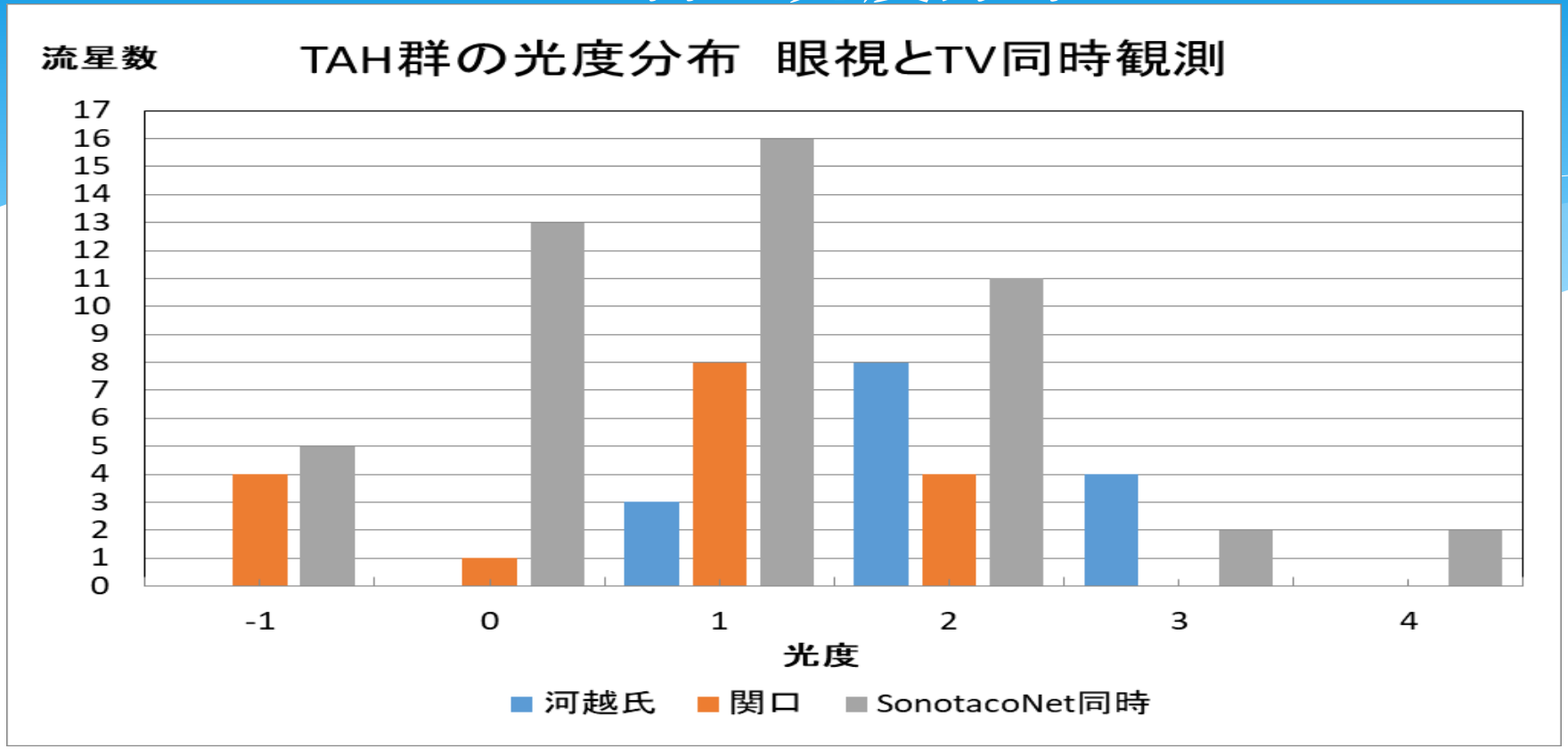
佐藤氏は、海外での５月３１日夜のヘルクレスτ流星群と思われる流星の出現数。見直して１００個程度とのコメントもあります。私は、ハワイのライブ動画でチャットでも赤い流星が多いと感じている人が多かったですが、私も同感でした。手探り計測で1時間しかできませんでした。清水氏は、ハワイのライブ動画で3時間の手探り計測で、21時台が一番多く極大を迎えたようです。

5月31/1日の海外眼視ライブ観測の出現数



清水氏のコメントは、21:00HST頃(5/31 7:00 UT　太陽黄経69.5°)に見掛けの極大があったとのことです。私のライブ画像観測では、20時5分から10分に5分間で10が最高でした。あとは、5個以下でした。10分毎では、20時0分から10分で15個が最高でした。あとは、7個以下でした。また、20時8分に3個。20時9分に4個とこの付近で連発していました。20時半以降は、外孫の世話で数が減ってしまい極大を観測できず反省しています。オレンジ色が多く、とろける感じで尾も見えました。また、明るい流星は、小爆発を数回しているという特徴も見られました。

TAH群の光度分布



光度分布です。河越氏は、２等が多いです。関口のライブ画像の光度は、２から４等級が多く、０から１等級は、５個程度でした。関口のTV同時では、１等が多かったです。85mmレンズが一番多く撮影できました。SonotaCo NetworkのTV同時では、０から２等が多かったです。平均光度は、０．９等となっています。杉本氏の３１/１日の4連動画撮影で撮影できたTAH群と思われるものは、動画で思ったよりしっかりした像で写っていましたが３から４等クラスの流星が多かったとのことです。

電波観測の出現数

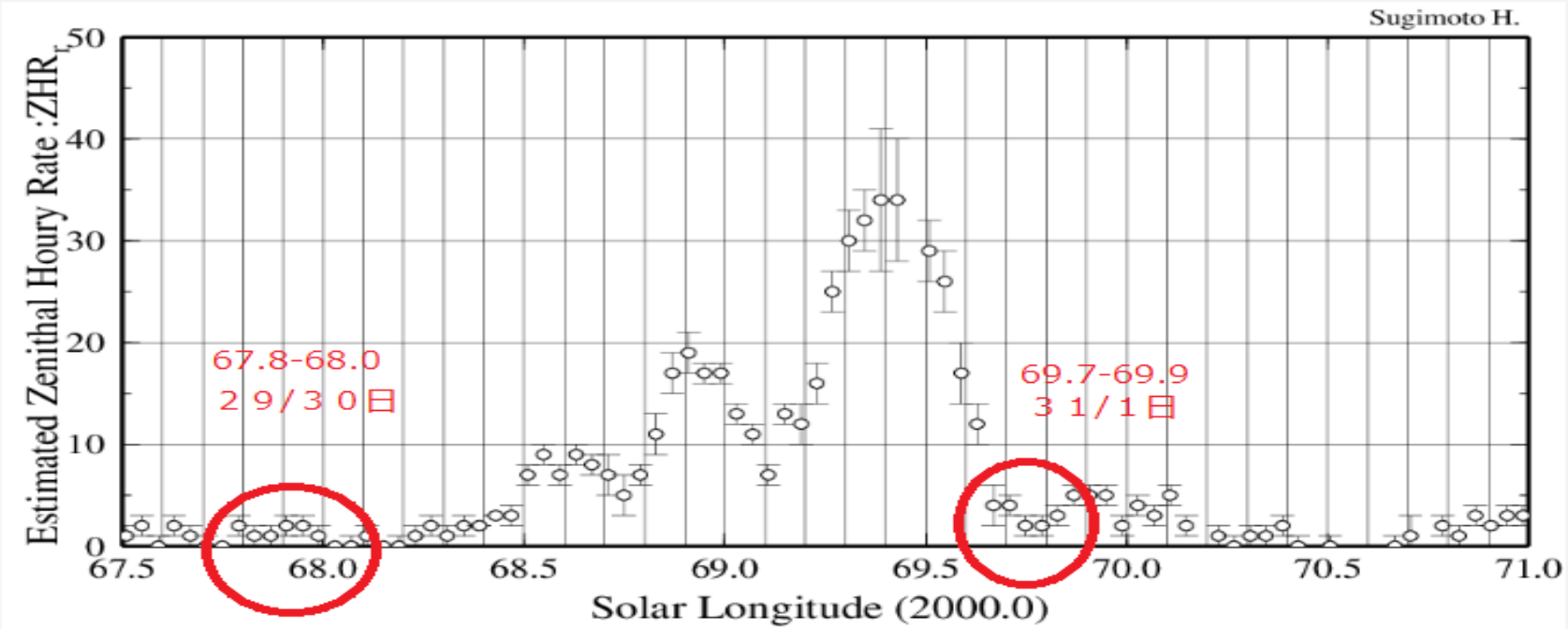
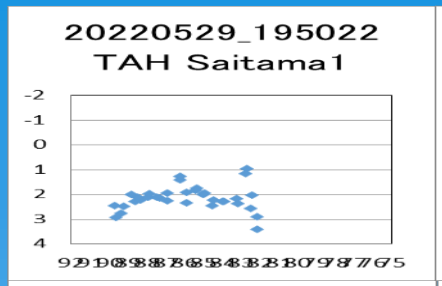
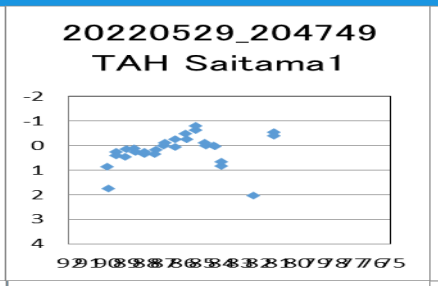


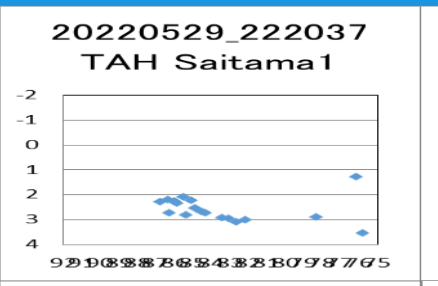
Figure 2 – Estimated ZHRr of the τ-Herculids 2022.

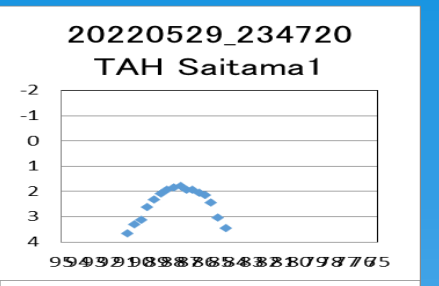
小川さんの電波観測結果が以下に掲載されています。
https://www.meteornews.net/2022/06/05/a-meteor-outburst-of-the-%cf%84-herculids-2022by-worldwide-radio-meteor-observations/
ここでは、突発が３つ観測されています。2022 TAU-HERCULIDS OUTBURST OBSERVED BY CAMSの記事の３つと一致しています。そして、２９/３０日（１１個）と３１/１日（２２個）の日本での小突発も小川さんの結果でも捉えられています。グラフの赤丸の所です。これで確実に小突発があったことがわかります。定常群も観測されているとみてよさそうです?。

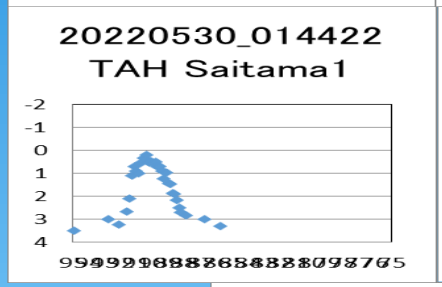
高度による光度変化

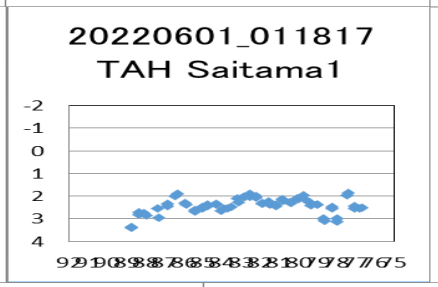


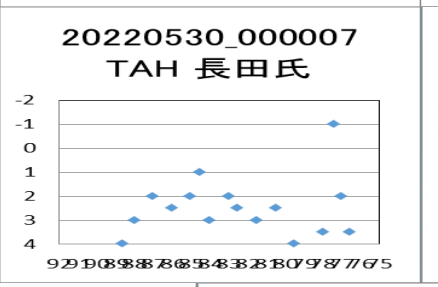


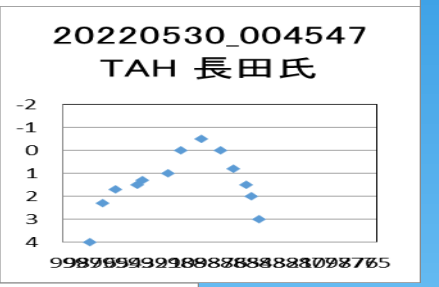


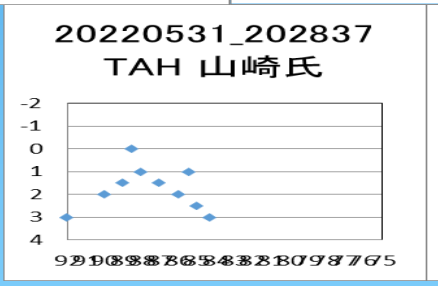


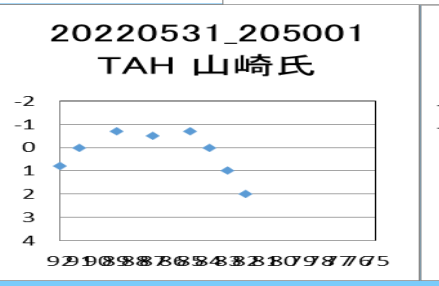


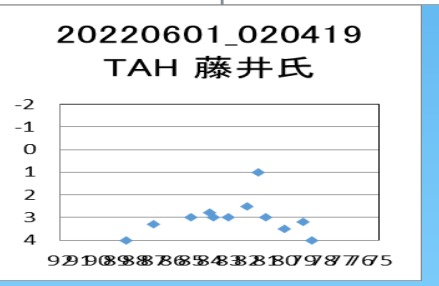






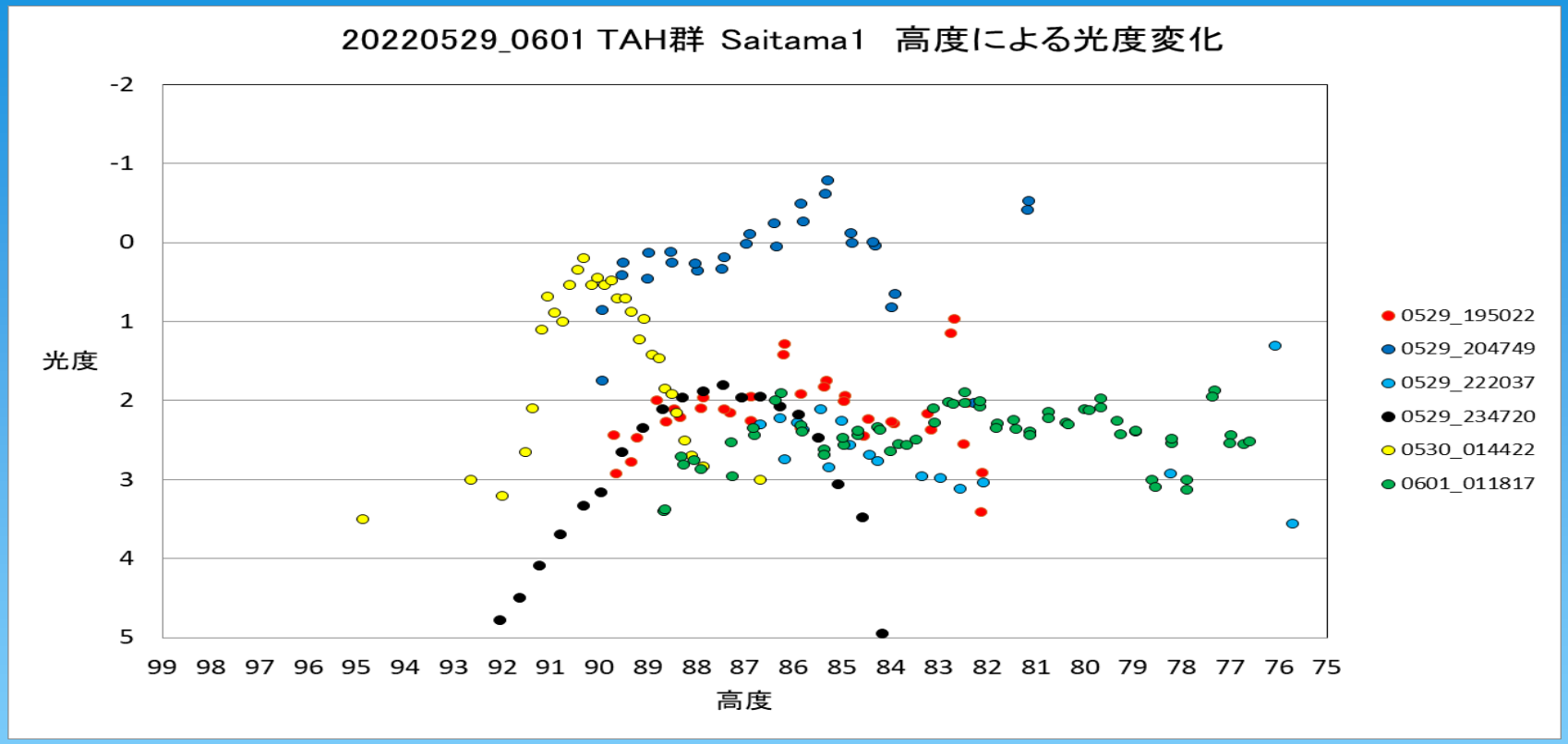






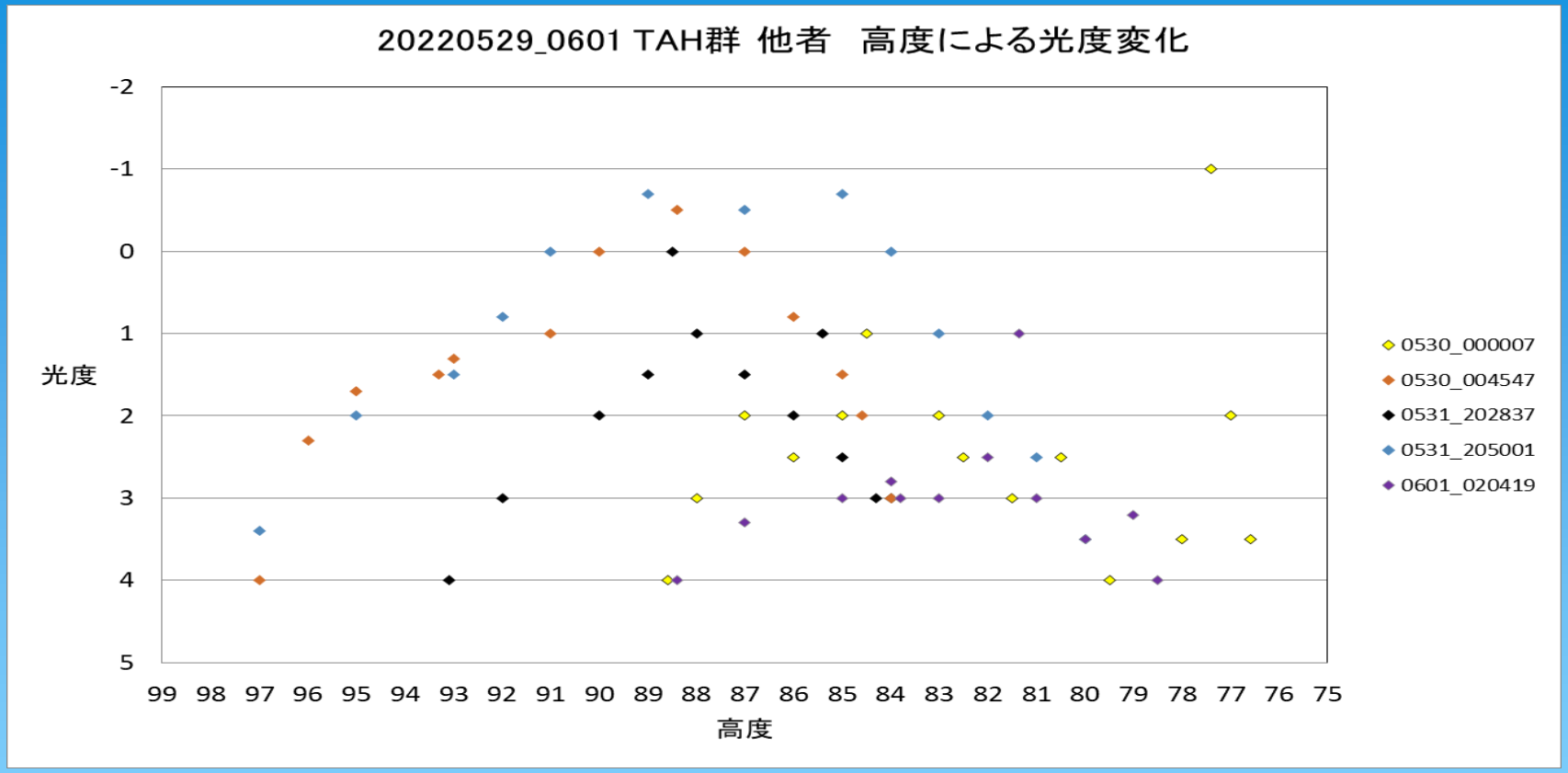
TAH群の特徴ある光度変化のTV同時流星から光度と高度をUFOOrbitV2で計算してグラフを作成しました。６つの私との同時流星と他の方の５つの同時流星からです。他の方のグラフは、RSpecで作成し、軌道計算結果の高度と比べて作成しました。大きな変化のある１１個の光度変化のグラフに分けられました。高度変化でみると、97kmから75kmまでの間で光度が変化しています。
個々のグラフからでは、わかりにくいので次に重ねたグラフを作成しました。

関口のみの重ね合わせた高度による光度変化



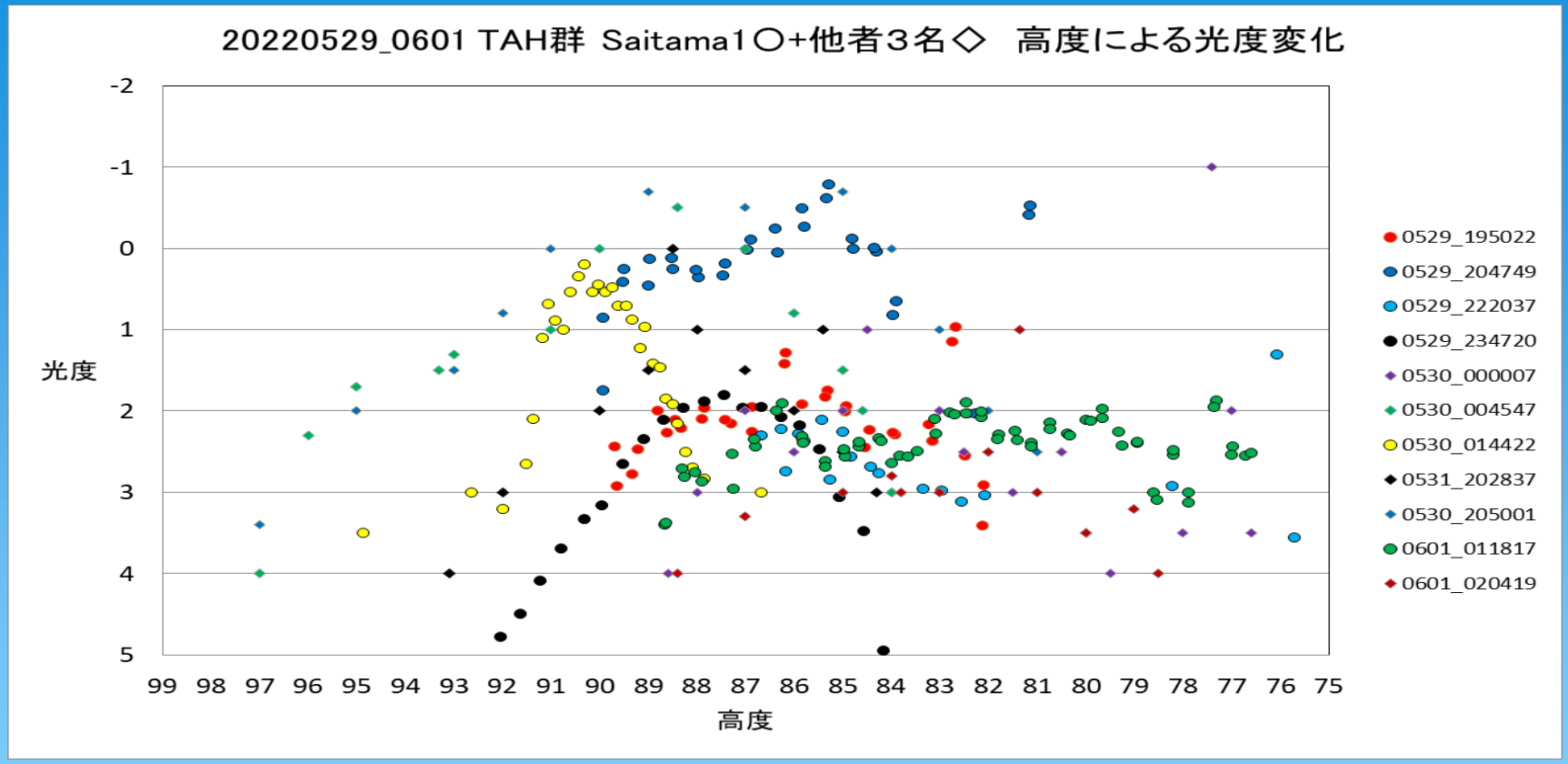
私のTAH群の特徴ある光度変化のグラフを６個重ねて作成しました。大きな変化のあるのは、高度91kmから88km付近と高度86kmから84km付近と82kmから80km付近と77kmから76km付近で急増か増光していることです。これらは、高層大気の特異点付近と同じ高度です。95kmから84kmぐらいの短経路の流星は、１か所の増光で、90kmから80kmぐらいの流星は、３か所の増光で、90kmから75kmぐらいの流星は、４か所で増光しているようです。

他者の重ね合わせた高度による光度変化



他者のTAH群の特徴ある光度変化のグラフを５個重ねて作成しました。大きな変化のあるのは、高度91kmから88km付近と高度86kmから84km付近と81kmから79km付近と77kmから76km付近で急増か増光していることです。これらは、高層大気の特異点付近と同じ高度です。97kmから84kmぐらいの高高度の流星は、１か所の増光で、90kmから80kmぐらいの流星は、３か所の増光で、90kmから75kmぐらいの流星は、４か所で増光しているようです。

全て重ね合わせた高度による光度変化

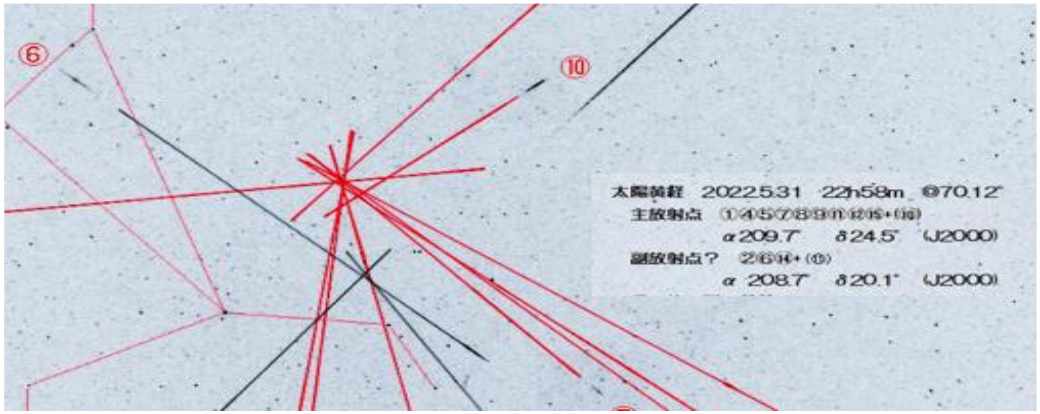


全ての光度変化のグラフを重ねて作成しました。大きな変化は、変わらず、高度91kmから88km付近と高度86kmから84km付近と81ｋｍから79km付近と77kmから76km付近で急増か増光していることです。これらは、高層大気の特異点付近と同じ高度です。97kmから84kmぐらいの高高度の流星は、１か所の増光で、90kmから80kmぐらいの流星は、３か所の増光で、90ｋｍから75kmぐらいの流星は、４か所で増光しているようです。時刻による変化の特徴はないようです。１１個の平均高度は、90kmから80km付近でした。

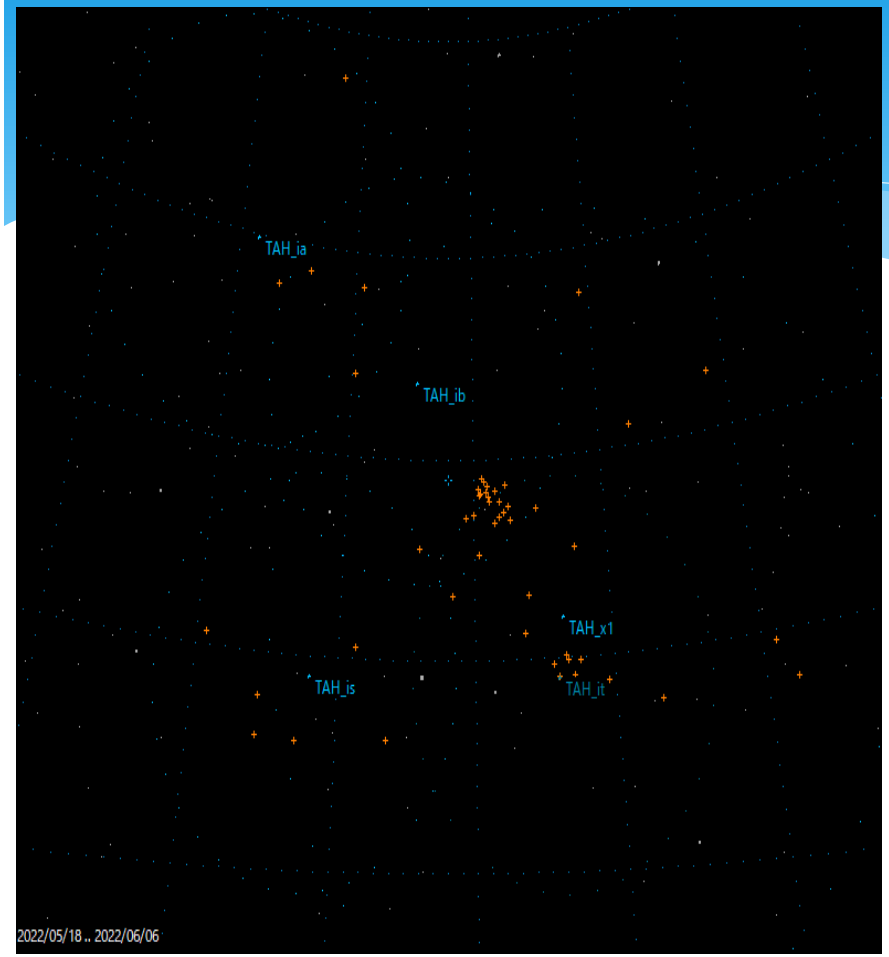
単点と同時流星の輻射点

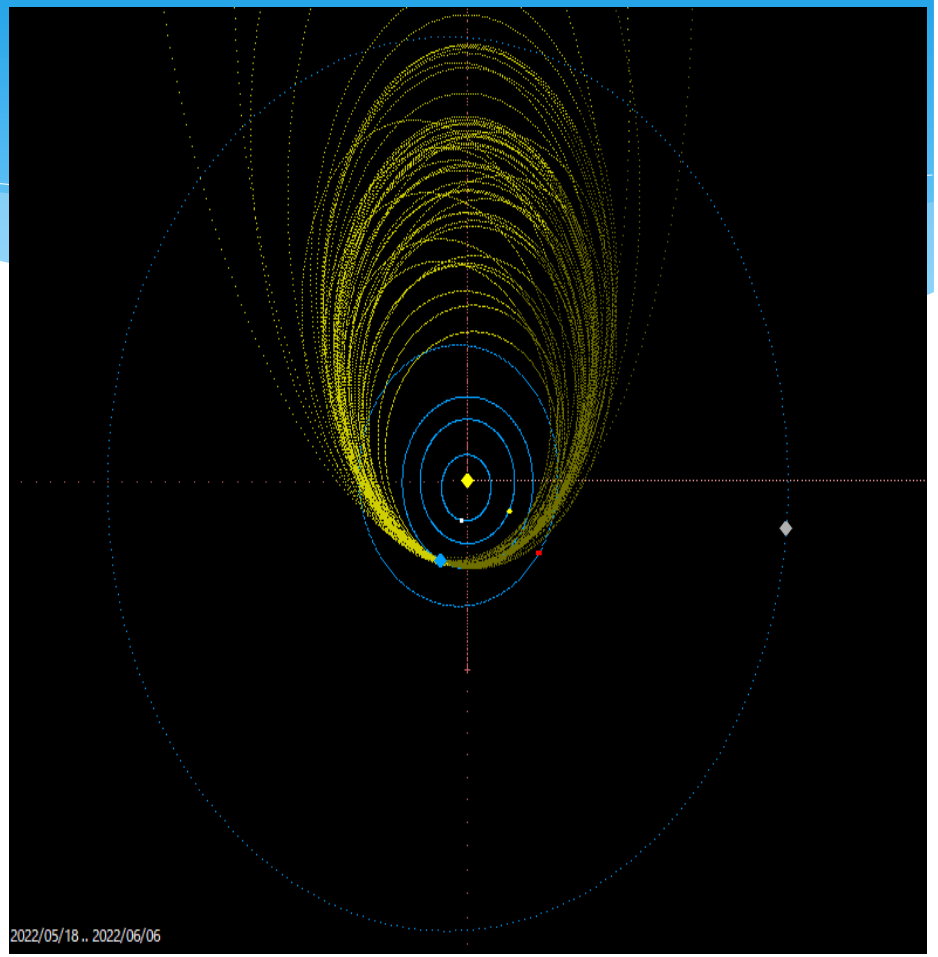
長田氏	29.50	12Boo	α207	δ+25
杉本氏	２９/３０日	10個の単点流星から	α209.7°	δ+24.5°
杉本氏	２９/３０日	4個の単点流星から	α208.7°	δ+20.1°
藤原氏	２９/３０日	6個の同時流星から	α202.7°	δ+20.2°
藤井氏	２９/３０日	1個の同時流星から	α204.0	δ+19.0
関口	２９/３０日	11個の同時流星から	α203.6	δ+20.5
関口	２９/３０日	11個の同時流星から	α204.2	δ+20.4
Hattori氏	３０/３１日	9個の単点流星から	α212.2	δ+26.2
植原氏	３１/　１日	4個の単点流星から	α210°	δ+28
鈴木氏	３１/　１日	6個の単点流星から	α209.7°	δ+28.7
関口	３１/　１日	11個の同時流星から	α208.8	δ+27.6
関口	３１/　１日	11個の同時流星から	α209.4	δ+28.3

５月２９/３０日の真輻射点は、α203から204　δ+19から21のようです。杉本氏は、２つの輻射点を求めています。５月３１/１日の真輻射点は、α209から210δ+28のようです。



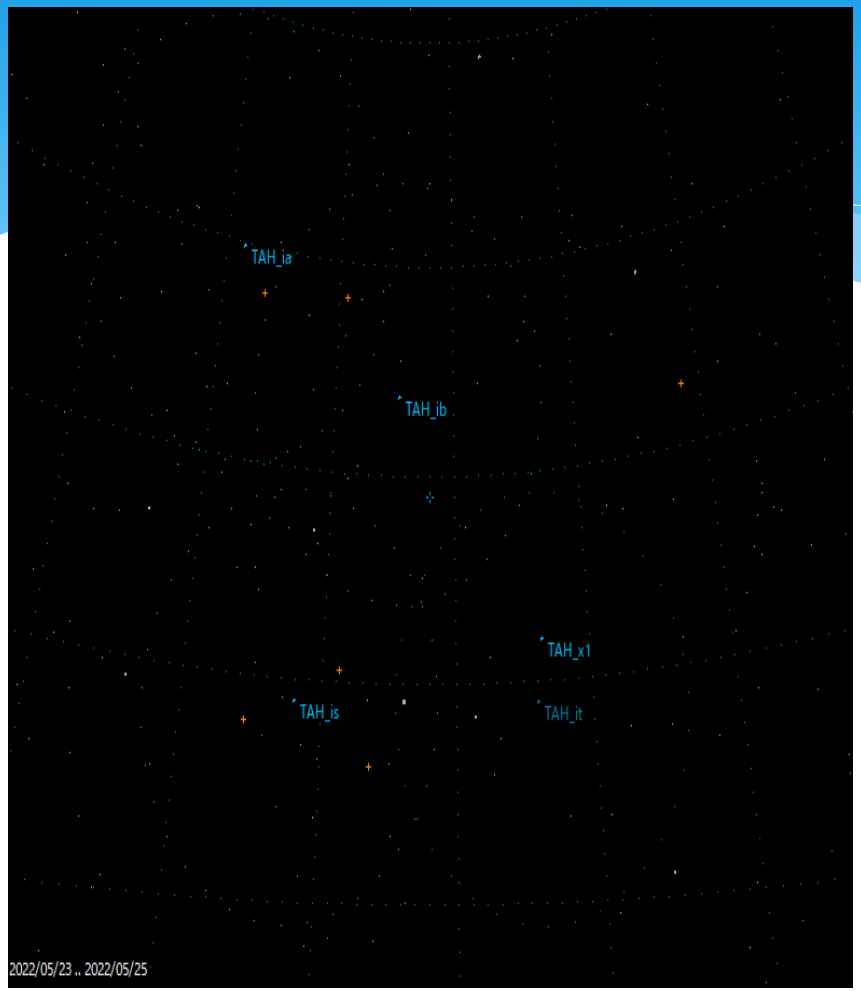
TV同時流星の輻射点と軌道図

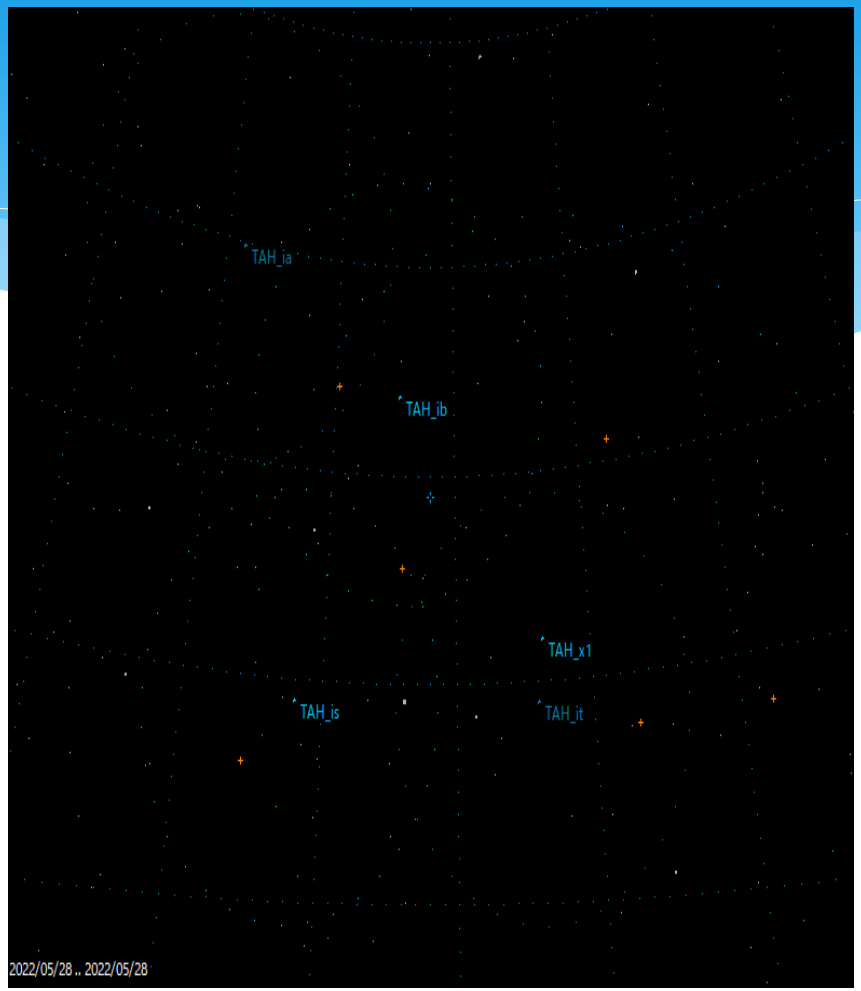




左の図は、５月１８日から６月６日までのTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。２９日と３１日に集中が見られます。他の日は、広がりが見られ数が少ないです。右は、TAH群と思われる流星の軌道図です。速度によるばらつきがみられます。

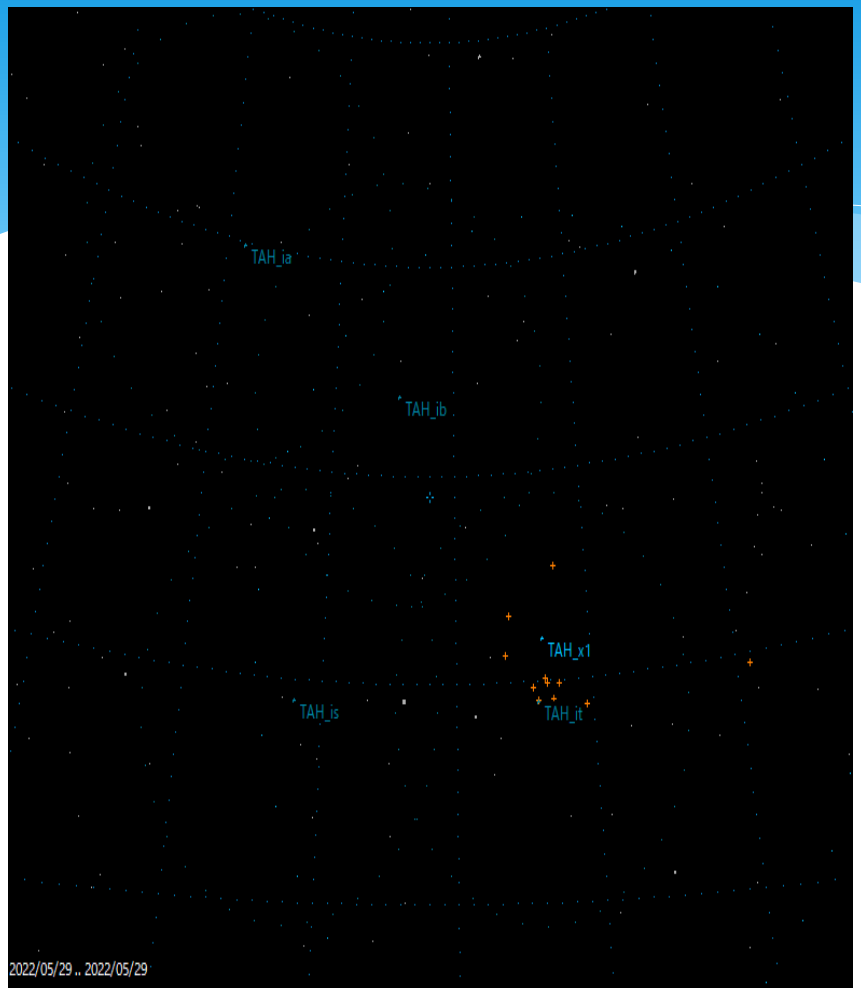
TV同時流星の真輻射点とひろがり

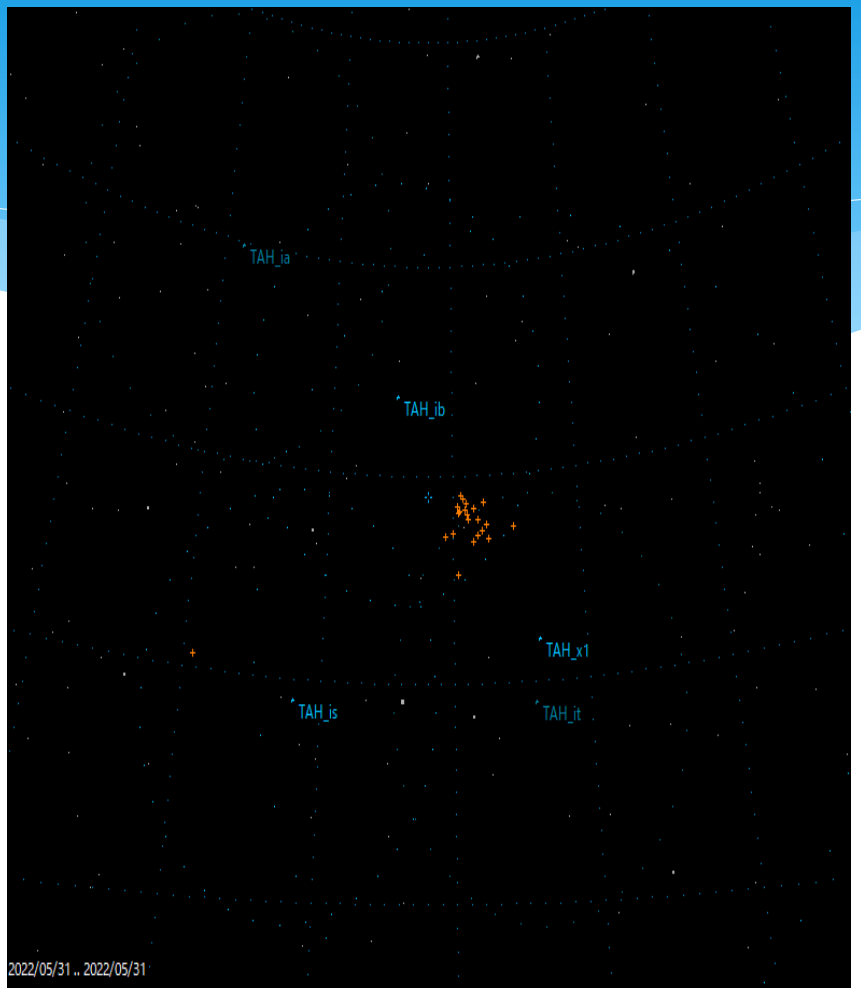




左の図は、５月２３日から５月２５日までのTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。予想輻射点から離れていてばらついています。右の図は、５月２６日から５月２８日までのTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。予想輻射点近くに近づいてきていますがばらけています。

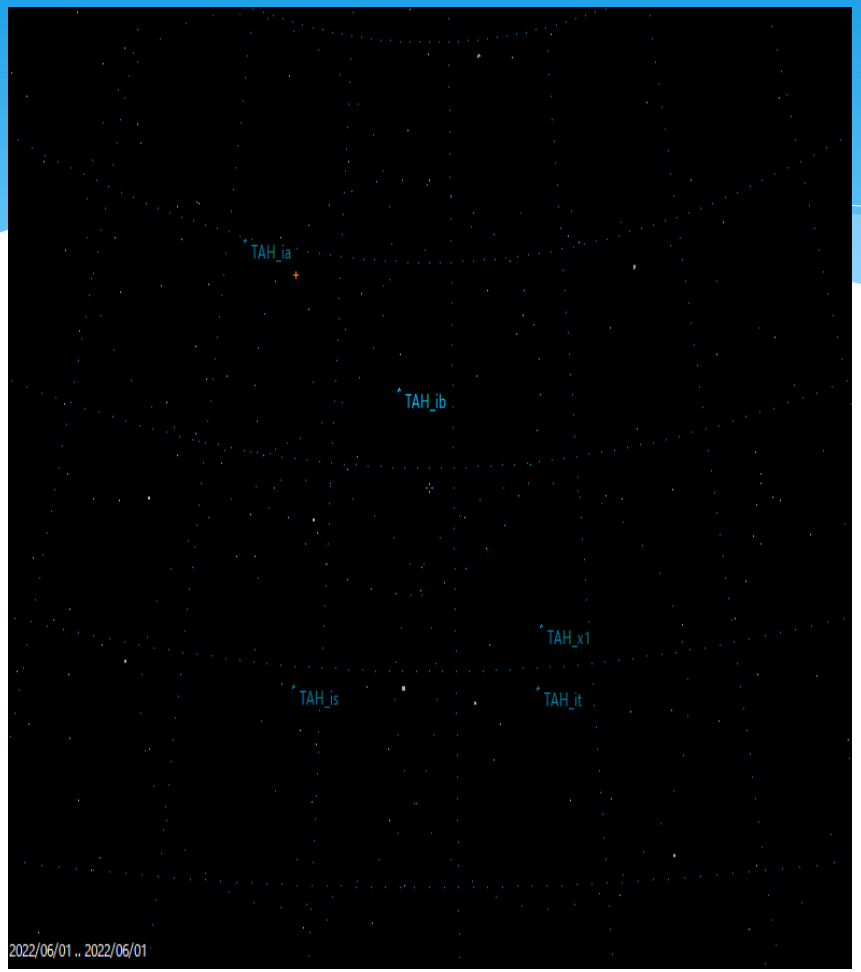
TV同時流星の真輻射点とひろがり

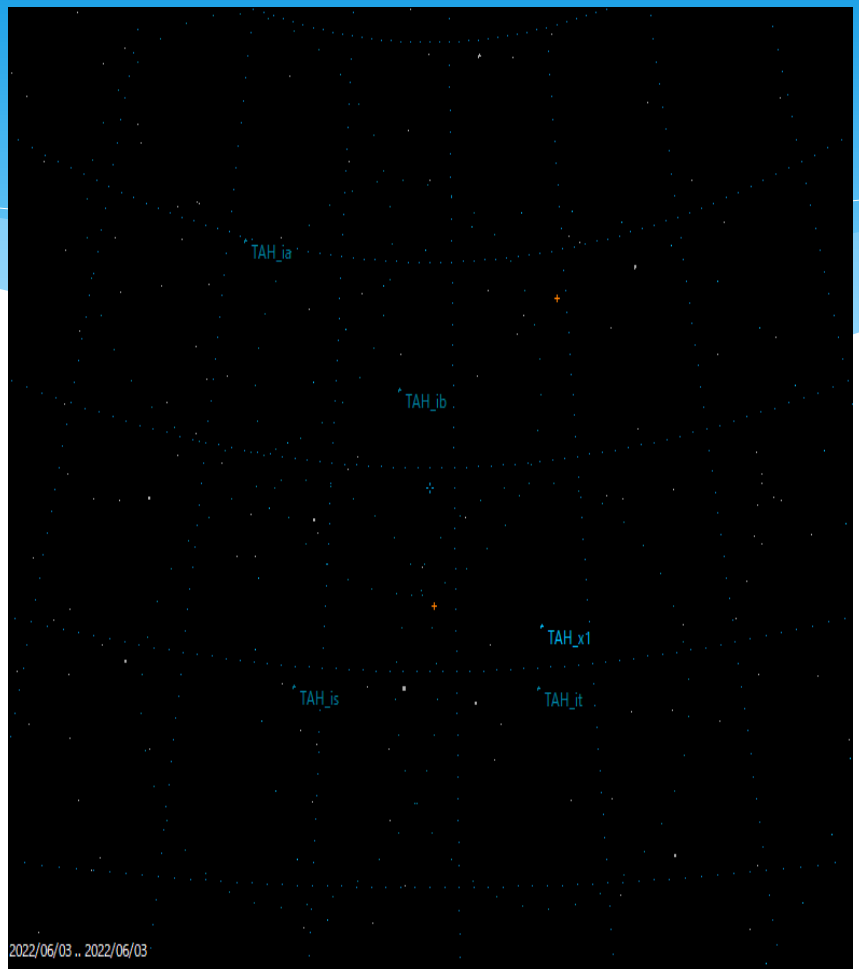




左の図は、５月２９日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。予想輻射点に７個集中しています。４つばらけています。誤差と広がりと考えられます。右の図は、５月３１日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。予想輻射点近くに集中していますすが少しばらけていて２つの分かれているように見えます。１個離れています。

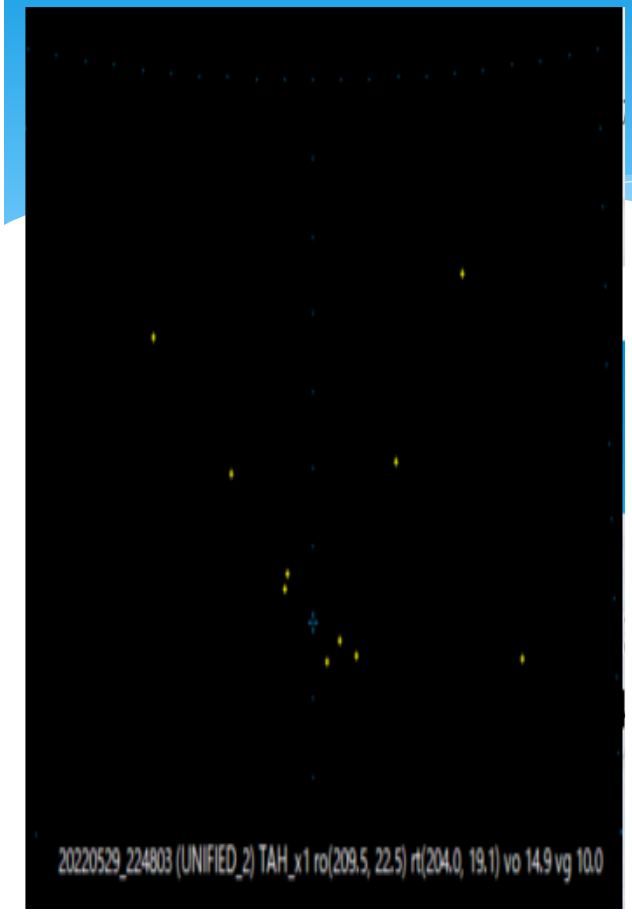
TV同時流星の真輻射点とひろがり

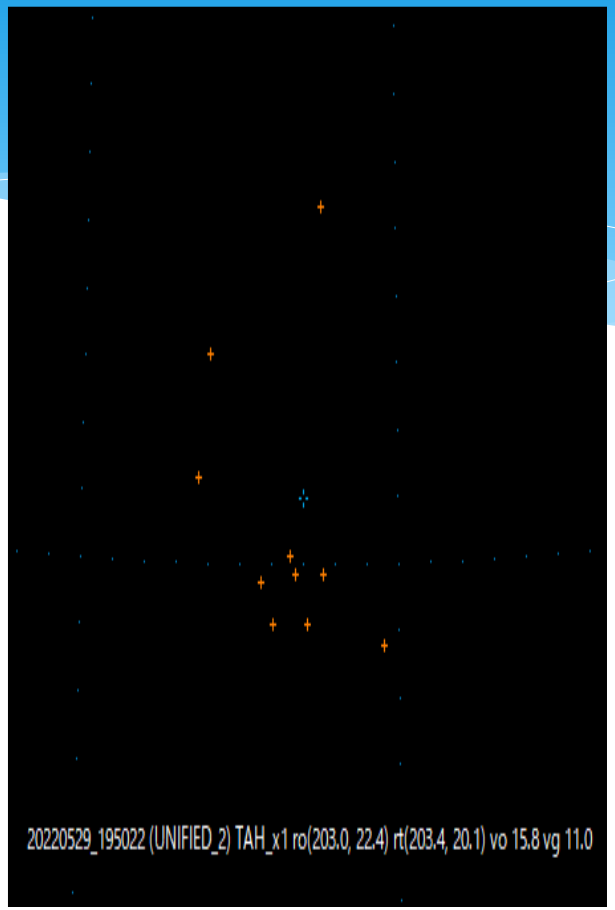


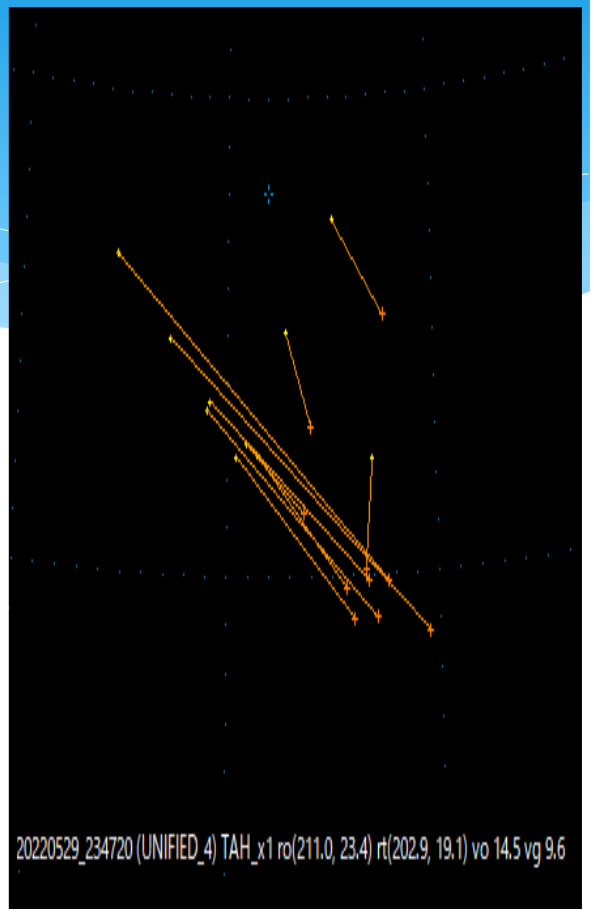


左の図は、６月１日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。予想輻射点より離れていてひがりと考えられます。右の図は、６月３日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。予想輻射点近くよりやや離れていますが定常群と思われます。

TV同時流星の輻射点と真輻射点とひろがり

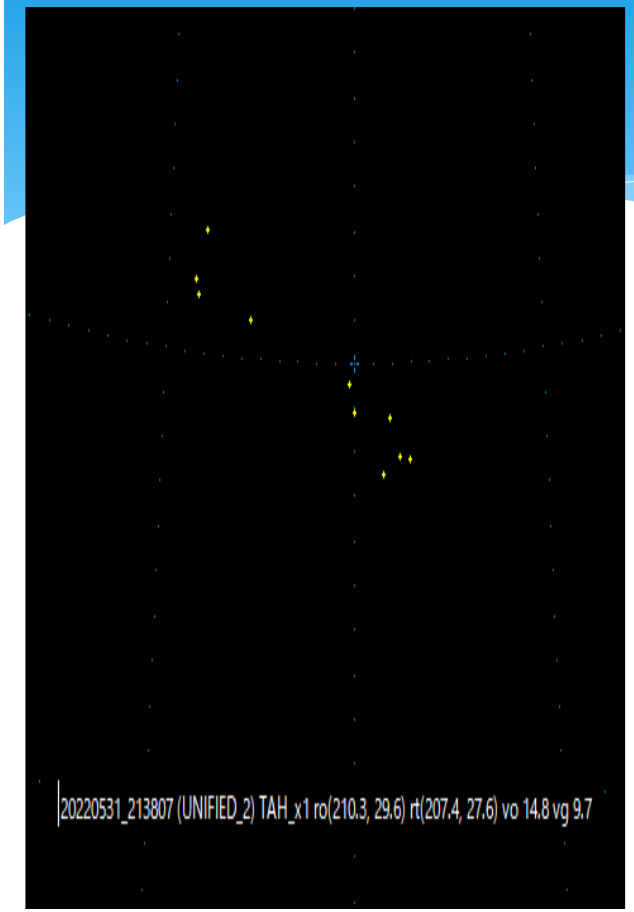


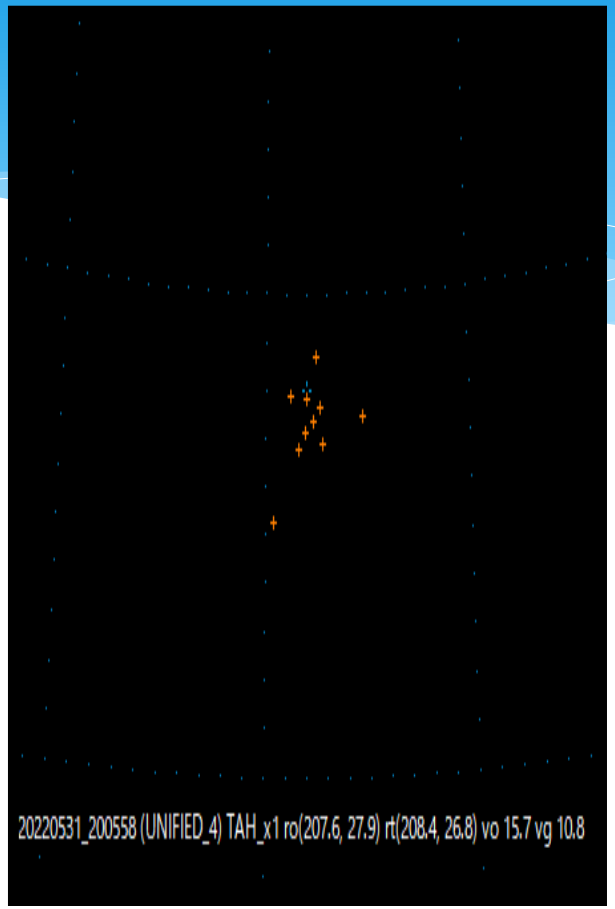


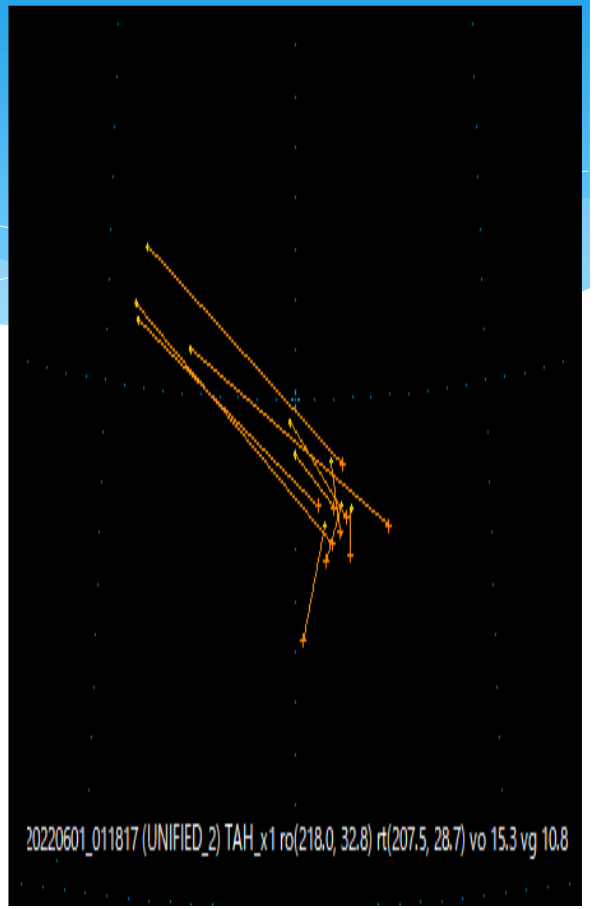


左の図は、５月２９日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の輻射点分布図です。５個集中していますがひがりが大きいです。真ん中の図は、６月３日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の真輻射点分布図です。右の図は、輻射点と真輻射点のずれです。流星によって随分と違いが見られます。

TV同時流星の輻射点と真輻射点とひろがり







左の図は、５月３１日のTV同時流星によるTAH群と思われる流星の輻射点分布図です。６個集中していますがひがりが大きく２つに分かれているように見えます。真ん中の図は、真輻射点分布図です。中央によく集中していて少しばらけています。右の図は、輻射点と真輻射点のずれです。こちらも２９日の同様に流星によって随分と違いが見られます。

TV同時流星の軌道計算結果と平均軌道等

	_localtime	_JD1	_amag	_ra_g	_de_g	_ra_t	_de_t	_va	_vg	_a	_q	_e	_p	_peri	_node	_incl	_shower	_mag	_Qa	_dur	_H1	_H2
2	_20220529_195022	_{UNIFIED	0	203.0	22.4	203.4	20.1	15.8	11.0	2.9	0.99	0.65	5.1	200.5	67.8	7.8	_TAH_x1	0.7	2.5	0.6	90.3	81.5
3	_20220529_204749	_{UNIFIED	-1	207.2	25.1	206.0	23.1	15.8	11.2	2.8	0.99	0.65	4.8	200.9	67.8	8.9	_TAH_x1	-0.7	4.3	0.7	91.2	81.0
4	_20220529_210505	_{UNIFIED	1	204.9	27.4	202.4	25.4	14.2	8.7	2.0	1.00	0.50	2.8	197.4	67.8	7.4	_TAH_x1	1.7	0.9	0.2	77.1	74.5
5	_20220529_211945	_{UNIFIED_2}				204.0	19.0		10.5	2.7	0.99	0.63	2.7	201.2	67.8	7.4	_TAH_x1					
6	_20220529_222037	_{UNIFIED	1	208.5	22.5	204.3	19.7	15.9	11.4	3.1	0.99	0.68	5.5	201.2	67.9	8.0	_TAH_x1	1.5	5.5	0.8	88.7	78.8
7	_20220529_223832	_{UNIFIED	2	209.1	22.8	206.3	21.3	20.3	17.1	-10.2	0.97	1.10	0.0	202.5	67.9	11.7	_TAH_x1	2.8	0.5	0.2	89.4	85.4
8	_20220529_224803	_{UNIFIED	2	209.5	22.5	204.0	19.1	14.9	10.0	2.4	0.99	0.59	3.7	201.0	67.9	7.1	_TAH_x1	3.0	1.3	0.4	88.9	83.1
9	_20220529_234720	_{UNIFIED	1	211.0	23.4	202.9	19.1	14.5	9.5	2.3	0.99	0.57	3.5	200.2	67.9	6.7	_TAH_x1	1.8	1.6	0.2	87.7	85.7
10	_20220530_000007	_{UNIFIED	-2	210.5	23.5	203.2	19.9	15.5	11.0	3.0	0.99	0.67	5.1	200.4	67.9	7.7	_TAH_x1	-1.3	8.1	1.1	89.4	78.1
11	_20220530_004547	_{UNIFIED	-1	212.8	24.9	200.5	18.8	13.7	8.3	2.0	1.00	0.49	2.8	198.5	68.0	5.7	_TAH_x1	0.2	5.5	0.9	97.2	88.1
12	_20220530_014422	_{UNIFIED	0	215.5	26.5	202.4	19.9	14.2	9.3	2.2	0.99	0.55	3.3	199.5	68.0	6.7	_TAH_x1	0.4	6.8	1.1	94.9	85.9
13	_20220531_195312	_{UNIFIED	-1	208.2	29.2	209.6	28.2	16.3	11.8	2.9	0.99	0.66	5.0	199.7	69.7	10.9	_TAH_ib	-0.1	2.5	0.5	91.3	83.1
14	_20220531_200201	_{UNIFIED	-1	208.0	29.8	209.4	29.0	15.8	11.0	2.5	0.99	0.61	4.0	199.2	69.7	10.5	_TAH_ib	-0.4	2.4	0.4	90.5	84.6
15	_20220531_200307	_{UNIFIED	-1	209.3	28.5	210.5	27.1	15.5	10.7	2.4	0.99	0.59	3.7	200.8	69.7	10.1	_TAH_ib	-0.4	8.3	1.2	89.9	72.4
16	_20220531_200824	_{UNIFIED	1	208.0	29.5	209.0	28.7	15.5	10.8	2.5	0.99	0.60	3.9	199.1	69.7	10.2	_TAH_ib	2.2	1.0	0.3	90.2	86.2
17	_20220531_202727	_{UNIFIED	1	209.3	28.9	210.0	27.2	14.8	9.5	2.0	0.99	0.51	2.9	200.2	69.7	9.1	_TAH_ib	2.5	3.5	0.1	87.1	85.1
18	_20220531_202837	_{UNIFIED	0	209.5	29.4	209.5	28.3	15.8	11.0	2.5	0.99	0.61	4.1	199.5	69.7	10.4	_TAH_ib	0.1	3.1	0.5	90.9	84.2
19	_20220531_205001	_{UNIFIED	-1	210.1	29.7	209.2	28.9	17.3	13.2	4.1	0.99	0.75	8.3	199.3	69.7	12.0	_TAH_ib	0.0	4.5	0.5	93.2	84.8
20	_20220531_205916	_{UNIFIED	-3	210.1	29.5	209.0	28.4	15.5	10.7	2.4	0.99	0.59	3.8	199.2	69.7	10.1	_TAH_ib	-1.3	4.8	0.9	94.4	80.2
21	_20220531_222643	_{UNIFIED	1	213.0	29.9	209.5	28.5	16.5	12.3	3.3	0.99	0.70	5.9	199.5	69.8	11.4	_TAH_ib	2.1	2.2	0.5	90.9	83.5
22	_20220531_223223	_{UNIFIED	-1	213.1	30.2	208.3	28.4	14.8	9.8	2.2	1.00	0.54	3.2	198.5	69.8	9.4	_TAH_ib	0.1	4.4	0.6	89.1	80.4
23	_20220531_224538	_{UNIFIED	0	213.5	29.6	208.9	28.1	16.1	11.7	2.9	0.99	0.66	5.1	199.3	69.8	10.8	_TAH_ib	0.8	1.9	0.3	89.6	85.2
24	_20220531_200558	_{UNIFIED	1	207.5	27.9	208.4	26.8	15.7	10.8	2.5	0.99	0.61	4.1	199.5	69.7	9.8	_TAH_x1	1.3	1.9	0.5	91.3	83.5
25	_20220531_200949	_{UNIFIED	0	207.1	27.8	207.2	25.9	18.0	14.0	6.4	0.99	0.85	16.2	199.2	69.7	11.7	_TAH_x1	1.5	0.8	0.2	88.5	84.4
26	_20220531_201830	_{UNIFIED	0	208.5	27.5	209.6	25.2	13.9	8.2	1.7	0.99	0.43	2.3	200.7	69.7	7.6	_TAH_x1	1.3	4.2	0.1	82.2	81.2
27	_20220531_202944	_{UNIFIED	1	208.2	28.8	207.7	27.3	15.5	10.5	2.5	0.99	0.60	3.9	198.9	69.7	9.7	_TAH_x1	1.3	1.2	0.2	91.1	88.5
28	_20220531_212800	_{UNIFIED	-1	210.0	28.9	208.0	27.8	15.1	10.2	2.3	0.99	0.57	3.5	198.8	69.7	9.5	_TAH_x1	-0.5	2.0	0.4	92.2	85.4
29	_20220531_213807	_{UNIFIED	-1	210.3	29.5	207.4	27.5	14.8	9.7	2.2	1.00	0.54	3.2	198.4	69.8	9.0	_TAH_x1	0.3	2.4	0.4	88.4	82.5
30	_20220601_003024	_{UNIFIED	0	215.5	30.9	205.2	27.4	14.2	9.1	2.0	1.00	0.51	2.9	197.0	69.9	8.3	_TAH_x1	0.7	3.0	0.4	90.0	85.9
31	_20220601_011149	_{UNIFIED	4	218.4	31.3	208.8	27.9	15.4	11.0	2.6	0.99	0.61	4.1	199.2	69.9	10.2	_TAH_x1	4.0	2.7	0.4	95.3	90.8
32	_20220601_011817	_{UNIFIED	2	218.0	32.8	207.5	28.7	15.3	10.8	2.5	1.00	0.61	4.0	198.1	69.9	10.0	_TAH_x1	2.0	9.1	1.1	88.9	78.4
33	_20220601_014934	_{UNIFIED	0	218.5	31.5	208.1	27.1	15.5	11.1	2.7	0.99	0.63	4.4	199.1	69.9	10.0	_TAH_x1	0.7	5.5	0.7	91.2	83.9
34	_20220601_020419	_{UNIFIED	1	220.5	31.8	210.9	27.6	16.2	12.1	3.1	0.99	0.68	3.1	200.8	69.9	11.2	_TAH_x1				88.4	79.2
35	_20220603_223037	_{UNIFIED	1	216.0	25.6	211.7	23.2	15.1	10.3	2.3	0.99	0.57	3.5	201.3	72.7	9.0	_TAH_x1	1.4	4.0	1.0	88.0	71.4
36	_20220524_000433	_{UNIFIED	0	219.7	18.4	216.4	16.1	18.8	15.3	4.1	0.92	0.77	8.2	216.8	82.2	11.3	_TAH_ia	1.7	1.4	0.3	97.0	91.4
37	_20220525_231720	_{UNIFIED	0	222.0	22.6	218.8	20.5	16.8	12.6	2.4	0.95	0.60	3.6	214.5	84.1	11.2	_TAH_ia	1.4	3.3	0.5	88.5	80.2
38	_20220526_010435	_{UNIFIED	-1	229.8	20.3	225.5	17.9	18.2	14.6	2.5	0.91	0.64	4.0	222.4	84.1	13.0	_TAH_ia	-0.9	9.0	1.8	84.3	56.5
39	_20220526_204928	_{UNIFIED	4	223.9	18.4	225.5	16.1	17.1	12.8	2.1	0.92	0.57	3.1	220.9	86.8	11.0	_TAH_ia	3.7	1.5	0.5	88.6	80.9
40	_20220601_012417	_{UNIFIED	0	236.2	23.7	229.3	20.6	15.6	11.2	1.8	0.94	0.46	2.3	219.2	89.9	11.3	_TAH_ia	0.8	1.5	0.3	88.7	85.3
41	_20220607_003109	_{UNIFIED	0	230.4	20.5	222.8	15.9	14.7	9.9	1.9	0.97	0.49	2.8	210.6	75.6	8.2	_TAH_ia	1.8	0.9	0.3	86.4	82.3
42	_20220524_230030	_{UNIFIED	0	199.4	34.9	191.3	32.8	14.3	9.2	2.3	1.01	0.56	3.5	191.2	63.1	8.1	_TAH_x1	0.6	1.2	0.2	75.0	72.0
43	_20220528_213102	_{UNIFIED	2	202.2	32.2	197.7	31.0	14.3	9.0	2.1	1.00	0.53	3.1	193.0	66.9	8.2	_TAH_x1	1.4	3.0	0.6	77.8	70.2
44	_20220603_211859	_{UNIFIED	-2	206.3	37.5	200.8	37.8	12.8	6.4	1.5	1.01	0.34	1.9	188.3	72.5	7.3	_TAH_x1	-1.2	12.7	2.4	76.7	46.5
45	_20220525_002426	_{UNIFIED	1	225.0	38.8	219.3	38.3	17.1	13.1	2.4	0.98	0.59	3.8	203.4	84.1	15.9	_TAH_ib	1.4	2.8	0.4	77.9	72.1
46	_20220528_232502	_{UNIFIED	0	224.1	34.8	219.7	34.1	16.4	12.2	2.2	0.98	0.56	3.4	204.8	66.9	14.0	_TAH_ib	0.8	2.2	0.5	87.3	80.1
47	_20220601_202145	_{UNIFIED	1	221.2	38.7	223.9	38.8	15.3	10.3	1.7	0.99	0.43	2.3	202.2	70.7	13.4	_TAH_ib	1.9	0.8	0.1	79.2	77.2
48	_20220528_202742	_{UNIFIED	0	192.7	23.6	188.0	17.8	12.0	4.4	1.4	1.01	0.27	1.5	190.9	66.8	2.5	_TAH_x1	-0.2	5.9	1.2	71.3	56.7
49	_20220529_230435	_{UNIFIED	0	198.3	23.8	189.1	19.5	14.2	9.0	2.5	1.01	0.60	4.0	191.8	67.9	5.1	_TAH_x1	0.4	1.9	0.3	90.7	86.6
50	_20220525_022330	_{UNIFIED	1	232.5	39.5	226.5	37.9	19.0	15.6	2.8	0.96	0.65	4.6	208.7	83.2	19.4	_TAH_ia	1.7	2.0	0.3	81.0	76.8
51	_20220528_203210	_{UNIFIED	1	212.7	27.9	214.2	25.6	13.8	7.9	1.6	0.99	0.38	2.0	205.6	66.8	8.0	_TAH_x1	1.1	1.5	0.3	74.2	70.8
52	_20220528_205721	_{UNIFIED	-1	199.9	22.1	196.9	17.6	13.4	7.4	1.8	1.00	0.45	2.4	197.2	66.8	4.7	_TAH_x1	-0.3	5.2	1.0	73.1	60.3
53	_20220604_213854	_{UNIFIED	0	223.6	46.5	222.1	48.0	17.4	13.3	2.4	1.00	0.59	3.8	193.0	73.6	18.0	_TAH_ia	0.7	1.8	0.3	82.8	77.0
54																						
55	2022052930		0.2	209.2	24.1	203.6	20.5	15.5	10.7	1.4	0.99	0.65	3.6	200.3	67.9	7.7	_TAH_x1	1.0	3.7	0.6	89.5	81.8
56	20220531		-0.4	210.2	29.5	209.4	28.3	15.8	11.1	2.7	0.99	0.62	4.5	199.5	69.7	10.4	_TAH_ib	0.5	3.5	0.5	90.6	82.7
57	202205310503		0.6	213.2	29.5	208.4	27.0	15.4	10.7	2.7	0.99	0.60	4.6	199.3	70.0	9.7	_TAH_x1	1.3	3.3	0.5	89.6	82.8
58	202205240507		0.4	227.0	20.7	223.0	17.9	16.9	12.7	2.5	0.94	0.59	4.0	217.4	87.1	11.0	_TAH_ia	1.4	2.9	0.6	88.9	79.4
59	202205240503		0.1	202.5	34.9	196.5	33.9	13.8	8.2	2.0	1.01	0.47	2.8	190.9	67.5	7.9	_TAH_x1	0.2	5.5	1.0	76.5	62.9
60	202205260501		0.8	223.4	37.4	221.0	37.1	16.3	11.9	2.1	0.96	0.53	3.1	203.5	67.2	14.5	_TAH_ib	1.4	1.9	0.3	81.5	76.4
61	202205280529		-0.4	195.5	23.7	188.6	18.7	13.1	8.7	2.0	1.01	0.43	2.8	191.4	67.4	3.8	_TAH_x1	0.1	3.9	0.8	81.0	71.5
62	202205250504		0.1	217.2	34.0	214.9	32.3	15.9	11.1	2.2	0.99	0.52	3.2	201.1	67.5	12.5	_TAH_iaX1	0.8	2.5	0.5	77.8	71.2
63	202205240507all		0.2	213.0	28.3	209.1	25.9	15.5	10.8	2.3	0.99	0.59	3.9	201.2	68.5	9.7		0.9	3.4	0.6	87.2	79.3

全てのTAH群と思われるTV同時流星の軌道計算結果と平均軌道等です。似た軌道要素ごとに色別に分類してみました。３５までが突発群で他は、定常群と思われます。

TV同時流星の軌道計算結果と平均軌道等

D判定が　0. 03から0. 10までの軌道平均

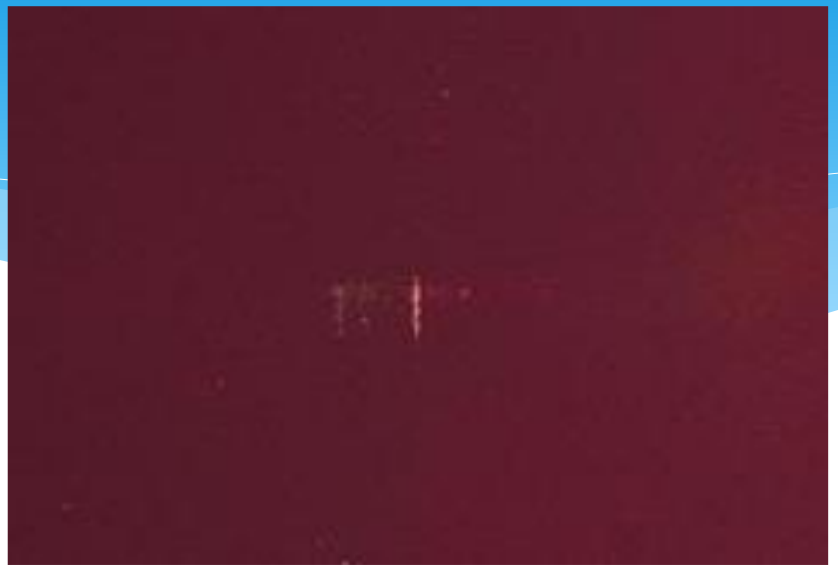
	a	e	q	i	ω	Ω	D判定	Tj	λ_Π	β_Π	α	δ	Vg
基準天体	3.09	0.69	0.97	11.2	199.4	69.7	0.00	2.78	268.71	-3.71			
29/30	2.86	0.66	0.99	7.98	200.84	67.83	0.07	2.90	268.49	-2.83	204.19	20.37	11.05
31/1	2.83	0.64	0.99	10.38	199.52	69.65	0.07	3.00	268.88	-3.45	208.77	27.56	11.29

前のスライドのTAHx1とTAHiBの平均軌道等

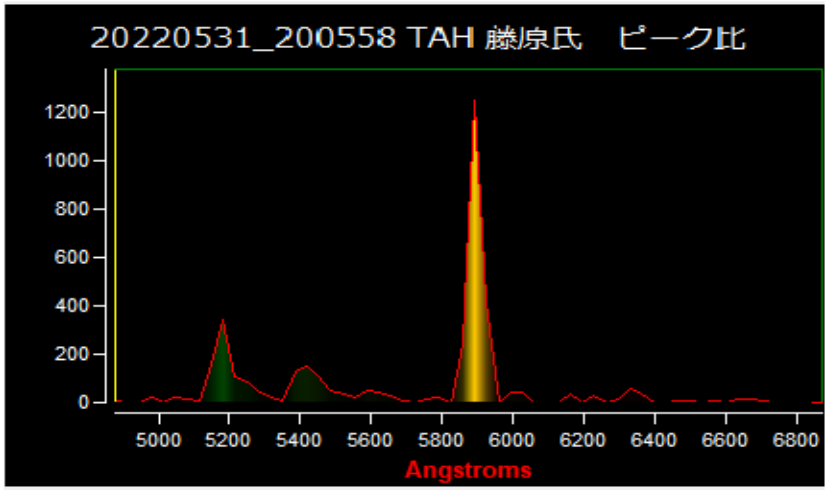
localtime	amag	ra_o	de_o	ra_t	de_t	vo	vg	a	q	e	p	peri	node	incl	shower	mag	Qo	dur	H1	H2
20220529 30	0.2	209.2	24.1	208.6	20.5	15.5	10.7	1.4	0.99	0.65	3.6	200.3	67.9	7.7	TAH_x1	1.0	3.7	0.6	89.5	81.8
20220531 01	-0.4	210.2	29.5	209.4	28.3	15.8	11.1	2.7	0.99	0.62	4.5	199.5	69.7	10.4	TAH_ib	0.5	3.5	0.5	90.6	82.7

前のスライドの５０個のD判定は、０．０３から０．２７まで、これは、７３P彗星の分裂した破片の軌道の範囲内にあります。上の表は、D判定が０．０３から０．１までの平均軌道です。２９日と３１日では、iとαとδがやや大きくずれています。下の表は、前のスライドのTAHx1とTAHiBの平均軌道等です。こちらも２９日と３１日では、iとαとδがやや大きくずれています。平均の光度は、０等で高度は、90kmから８０km程度でした。

得られたスペクトル2個からわかること

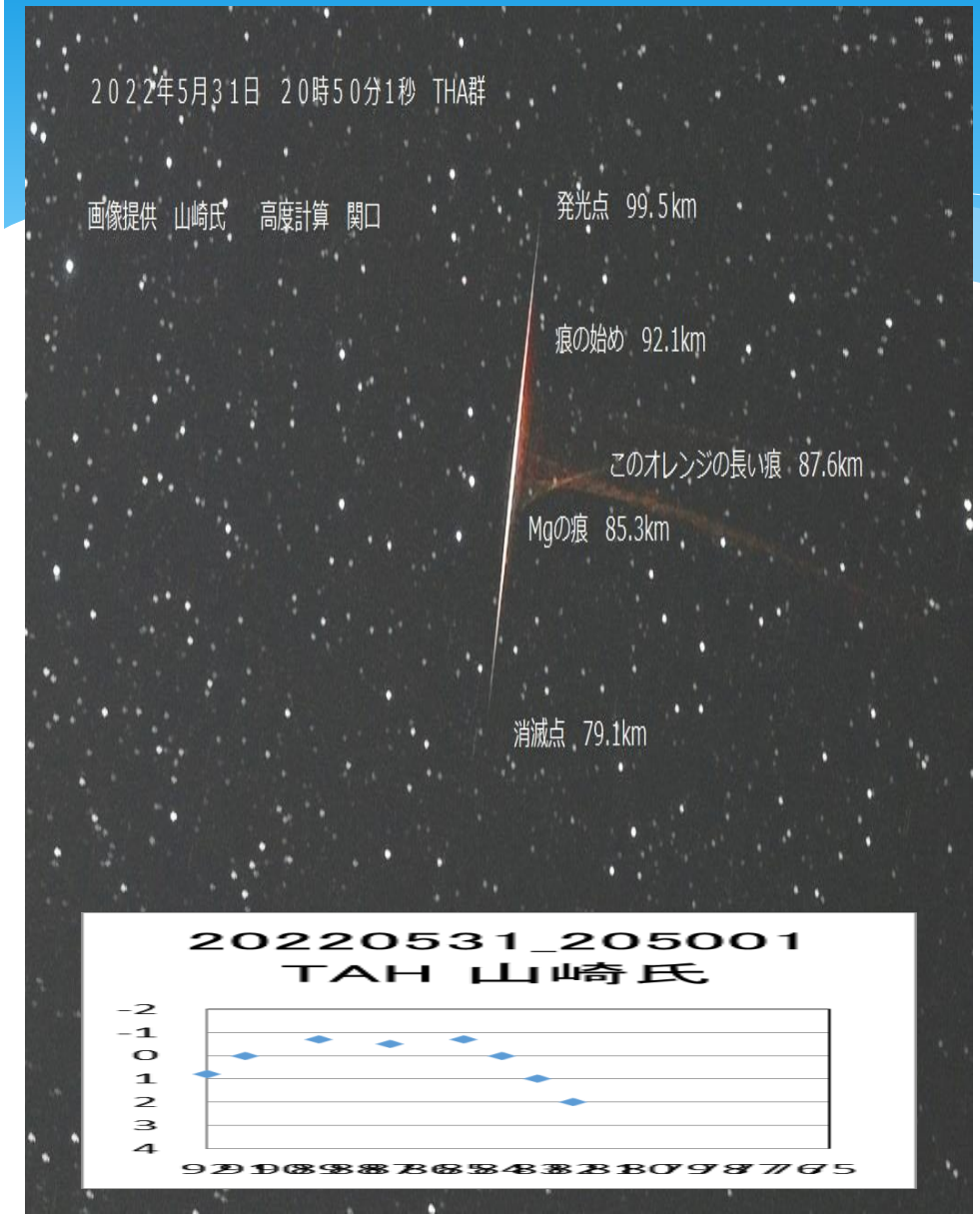


今回のTAH群と思われる流星でのスペクトルは、上の２個のみです。左は、私の２回の爆発時のNaだけのスペクトルです。なので、Na richですね。この流星は、突発予報より赤経と赤緯も３度近く離れています。右は、藤原氏のスペクトルで小爆発で鉄が見えています。タイプは、Na enhancedです。ともに、低速の典型的な流星のスペクトルです。この流星は、予想輻射点から出現していました。



Na	Mg	Fe	合計	Na%	Mg%	Fe%	Na/Mg	Fe/Mg	Na/	タイプ	タイプ
589.2	518.2	526-545							(Mg+Na	前田氏	論文
1252	332	226	1810	69	18	12	3.77	0.68	0.79	N7	Na enha

Na痕が得られた流星



今回のTAH群と思われる流星で山崎氏がオレンジ色の痕を撮影していました。この流星は、予想輻射点から出現していました。流星の高度と痕高度を計算しました。空の良い所での撮影と画像処理をしたことで鮮明になっています。とても低速ですが、約１００km上空から８０kmまで撮影されていました。等級は、０等ですがよく痕が撮影されたと思います。しかも、オレンジのNaの痕と緑色のMgの痕が撮影されています。オレンジの痕は、特異点の８８km付近で長く伸びています。その広がりは、２０km程度と思われます。また、Mgの痕は、８５km付近の特異点で流れています。光度変化は、見た目では、ノーマルですがこの２つの痕の所でやや増光しています。また、上層の風による痕の移動も少し見られています。

まとめと参考資料

１.今年のTAH群は、佐藤さんの予想通りダストトレイルの出現を捉えることができた。ただ、２９/３０日の突発は、別トレイルか?

２.眼視とTVと電波の３つの観測方法で突発を捉えることができた。

３.暗い流星が多く感度のよいカメラでないと真の活動が捉えられなかった。同時流星では、２等から-２等の明るいものだけであった。

３.軌道の分布で突発出現と定常群の両方が捉えられた。

４.特徴的な光度変化は、高層大気の特異点付近で起こっていた。また、１１のタイプに分けられた。他は、殆ど通常のタイプであった。

５.スペクトルも撮影でき、Na が豊富であることが分かった。

６.０等で低速ですがNaとMgの痕が撮影されています。

参考資料(画像、軌道計算結果、論文、観測情報のリンク先等)

https://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=5184

みなみのうお座流星群(#0183 PAU)についての一考察

(小関正広・重野好彦・重野智子)

伝統的に「みなみのうお座流星群」と呼ばれていた活動は、みずがめδ群の誤認と考えられる。最近、ビデオ観測で#0183PAUとされている活動はλs=135付近に極大をもち、別の流星活動と考えられる。この活動は1998年、2002年に重野好彦・智子が実行したオーストラリア遠征観測でも捉えられていた。

みなみのうお座流星群(#0183 PAU)についての一考察

MSSonline/2022/July 4
小関正広・重野好彦・重野智子

要約

伝統的に「みなみのうお座流星群」と呼ばれていた活動は、みずがめδ群の誤認と考えられる。最近、ビデオ観測で#0183PAUとされている活動はλs=135付近に極大をもち、別の流星活動と考えられる。この活動は1998年、2002年に重野好彦・智子が実行したオーストラリア遠征観測でも捉えられていた。

はじめに

天文回報2021年7月号の観測指針で竹田浩章さんが「私は同群を確認したことがありません」と述べられている。ベテラン眼視観測者である竹田さんの勇気ある発言だと思われる。日本流星研究会の流星群表にも掲載されているみなみのうお座流星群(PAU)であるが、日本におけるPAUの南中高度は30度程度に過ぎず、みずがめδ群と明確に区別できる領域（地平から高度30度の範囲）を視野の中心近くにとって、PAUを目的とした観測を行うことはほぼなかったと言える。北半球では輻射点が低く、しかも同時期に活動するみずがめδ群の輻射点がPAUの手前側にあるという位置関係から、ヨーロッパやアメリカでも観測は極めて乏しいまま、古典的な情報が生き延びていろいろなところで引用されているのが現状である。

McIntosh：輻射点は1900年分点、*N*は輻射点数。

No.	Period	α	δ	*N*	Name
265	May 4-8	325	-34	8	ιPsA
266	July28-Aug.3	326	-26	3	PsA
269	July2-4	327	-24.5	2	PsA
270	Aug.12-14	327	-32	2	θPsA
274	July14-22	330.5	-30	11	βPsA ii
		339	-30		
281	Aug.5-14	334	-27.5	5	λPsA
		339	-26		
282	July2-4	334	-31	3	PsA
286	May4-5	336	-28	1	ζPsA
287	May12	336	-33.5	2	βPsA i
290	July26-Aug.8	337	-33	24	αPsA
		350	-30		
291	Aug.13-14	338	-24	3	εPsA
293	Aug.8-9	340.5	-27	2	20PsA
304	Aug.16-20	346.5	-27.5	2	PsA

Hoffmeister：輻射点は 1900 年分点、N は輻射点数。

11	July29-Aug.2	337	-28		PsA

OAA-NMS：輻射点は1950年分点、Nは流星数。

Year	Day	α	δ	*N*
1935	Aug.2.70	344	-32.5	7
1935	Aug.2.75	344	-32	4
1943	Aug.1.70	342.5	-29.5	4
1943	Aug.175	341.5	-31	6

Denning_262.α-PiscisAustralids.
輻射点は 1875 年分点、N は流星数。

Year	duration	α	δ	*N*
	July2-Aug.16	342	-34	-
	July18-28	335	-27	-
1881	July25-30	343	-25	-
1865	July28	338	-28	-
1878	July28	337	-33	4
1898	July28-31	338	-25	4
	Aug.1-12	347	-32	-
1897	Aug.2	339	-24	S.S.P.
1871	Aug.9-12	342	-32	-
	Aug.	325	-38	-
	Sept.	340	-30	-

歴史

現在、PAUとして広く流星群表に掲載されている大元は、1935年にMcIntoshが発表した南半球からの眼視観測による輻射点リストである。この中で、みなみのうお座に輻射点を持つものを表に示す。表中のNo.290、αPsAが現在、広くPAUとされているものの元になるものであろう。

この他に、Hoffmeisterも南アフリカでの遠征観測を行っており、北半球での観測を含めて表中のNo.11の流星群を検出している。注目すべきは、Hoffmeisterが次のような注記をしていることである。

> No.11 (λs=127, α=337, δ=-28)　星図をきちんと検討した結果、みなみのうお座流星群は独立した流星群と考えることはできず、むしろ、同時期に活動しているみずがめδ流星群の広く拡散した領域から放射する流星によるものだという解釈に到達した。

また、章末の英文での要約で「PAUはみずがめδ群の分枝であろうと」述べている。PAUの眼視観測がいかに困難であるかを率直に述べている。

また、日本での眼視観測はOAA-NMSの1928-69年の観測の中でPAUとしているものが4つある。ほぼMcIntoshの輻射点に近いものが既に1935年には観測されていることから、当時も情報伝達が早かったことがうかがえる。

HoffmeisterはPAUはÖpikやOlivierの流星群表にはないがDenningの表にあることを指摘している。PAUの存在は19世紀から知られてはいたが、McIntoshの報告まで注目されなかったのである。Denningは輻射点が年間を通して固定した場所にあり、移動しないと考えていたので、一般に長い期間の輻射点がまとめられていることが多い。そのなかで、262.α-PiscisAustralids.は7月末に観測が集中していることが注目される。これはみずがめδ群

観測の副産物という要素が大きいと考えられる。日本での4つの輻射点のうち3つも同時にみずがめδ群の輻射点が記録されている。

McIntosh、Hoffmeister以後、アメリカやオーストラリア等での眼視観測もあるが、やはり7月末から8月初旬にかけての記録になっている。

20世紀の写真観測や電波観測ではPAUを確実に捉えたと思われるものは存在しない。IAUMDCには6つPAUのデータが記載されており、0183PAU00の電波観測はJenniskensが大著の中で引用しているものであるが、実際にはKashcheev et al., (1967)に掲げられているデータそのものではなく、彼が何らかの操作を行ったものである。Kashcheevらの元のデータをJ2000.0に変換したものをともに示す。角度が0.1単位になっているのは分点変換によるもので、元のデータは整数値で示されている。この時代には南半球での電波観測も行われているが、観測数が少なく、PAUと判断できるものはない。

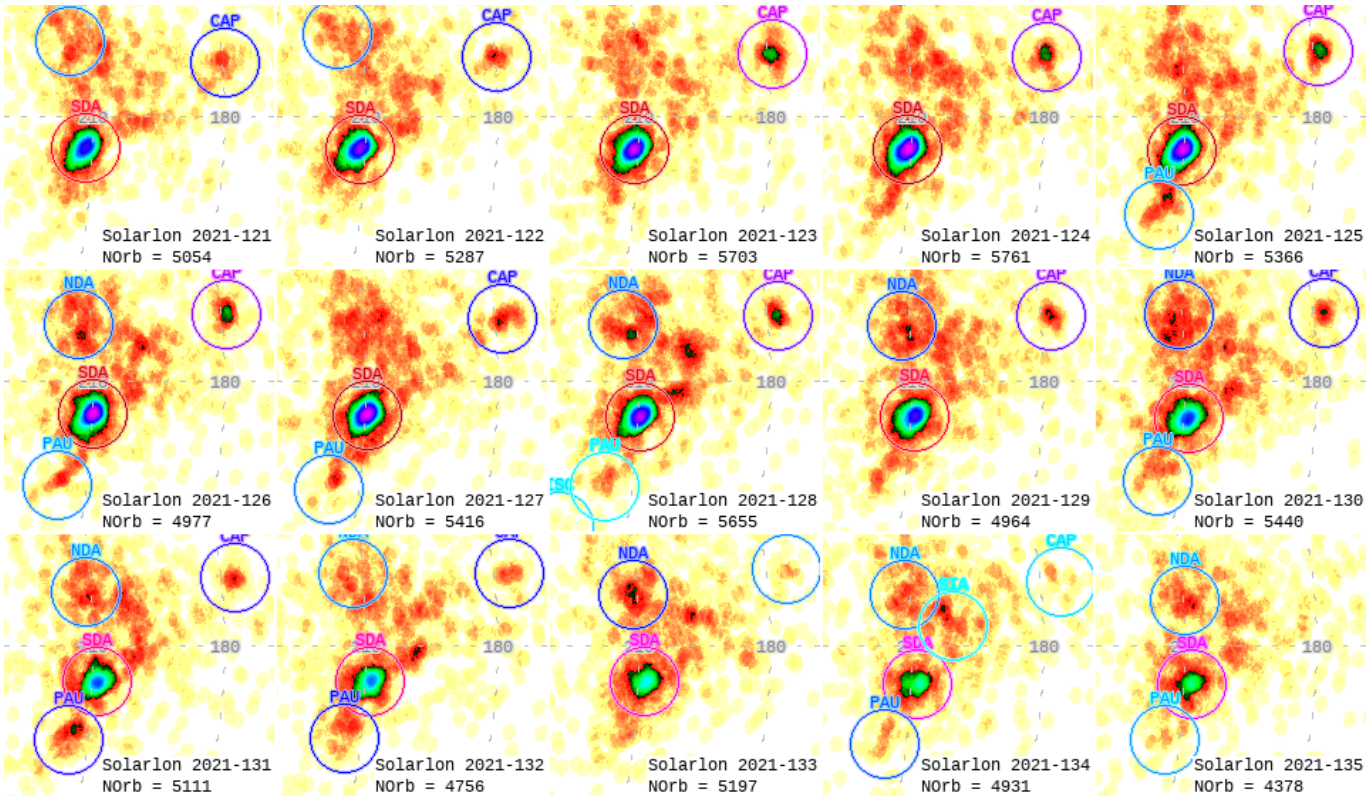
Code	α	δ	V_g	λs	λ-λs	β	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	N	O	References
0183PAU00	340.7	-25.7	40.5	123.7	208.6	-16.2	0.90	0.40	32	R	Kashcheev et al., 1967
0183PAU01	347.9	-23.7	44.1	126.5	212.9	-17.0	0.89	0.16	91	R	Brown et al., 2008
0183PAU02	352.8	-20.4	42.8	133.2	212.0	-15.8	0.27	-0.03	10	T	SonotaCo, 2009
0183PAU03	347.9	-23.7	44.1	123.7	215.7	-17.0					?
0183PAU04	352.5	-20.5	43.8	136.0	208.8	-15.8	0.94	0.40	23	T	Jenniskens et al., 2016
0183PAU05	353.9	-20.9	42.4	135.1	210.8	-16.7			173	C	Jenniskens et al., 2017

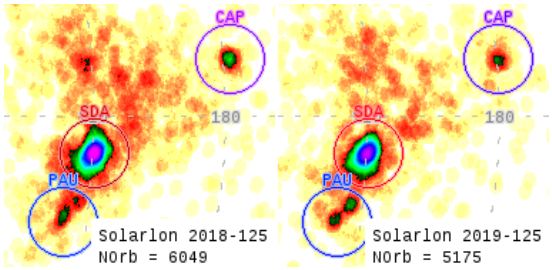
0183PAU00のもととなるKashcheev et al.のデータ。

Code	α	δ	V_g	λs	λ-λs	β	e	q	i	ω	Ω	N	Stream
K1-99	340.7	-25.7	42	125.7	206.6	-16.3	0.96	0.17	45.0	134.0	305.7	32	
K1-100	337.7	-35.7	42	123.7	201.9	-24.4	0.98	0.30	47.0	114.0	303.7	7	

現代的な観測として最初のものがCMORによる0183PAU01である。しかし、CMORの報告は2002~6年の観測をまとめたCMOR1とそれに2008年までの観測を付け加えた２種類があり、CMOR2にもPAUは掲載されているが、PAUとしてIAUMDCに掲載されているのはCMOR1のみである。当然のことながら、データ数はCMOR2の方が多いにもかかわらず、CMOR1しか掲載されていないことがIAUMDCでは他でもあるが、理由は定かではない。

	λ_{max}	λ_{begin}	λ_{end}	α	δ	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	V_g	a	e	q	i	ω	Ω	N_{orb}
CMOR1	126.5	125	131	347.9	-23.7	0.89	0.16	44.1	3.12	0.9611	0.122	64.1	142.8	306.2	91
CMOR2	135	124	142	357.1	-21.5	0.52	0.39	44	3.1	0.955	0.1395	65.6	139.96	315.0	1637





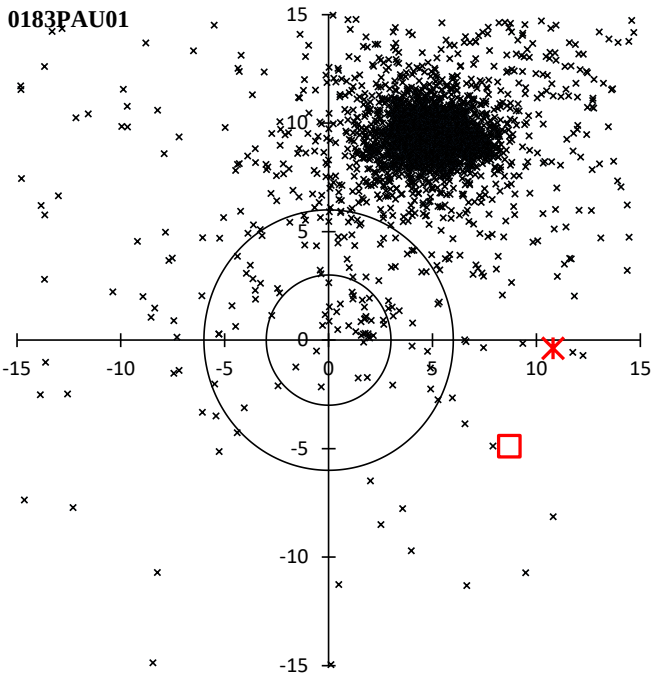
IAUMDCの表では極大時期がλs=125とλs=135付近の２つのグループに分かれている。前者の活動は眼視観測にほぼ一致するが、電波観測によるものである。しかし、既にみたように、0183PAU00は編集されたものであり、データ数も少ない。また、0183PAU01よりもデータ数の多いCMOR2では極大がλs=135とされている。従って、λs=125を極大とするのは過去の眼視観測のみのように思われるが、事情は複雑である。

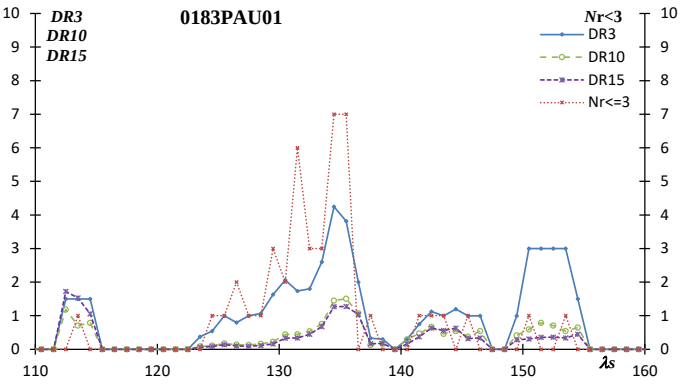
2021年におけるλs=121~135のCMORの画像をウェブ上の画像の色調を反転して示す。λs=124以降、SDAの左下（南東）側に接して弱い流星活動域が見られる。CMOR2の活動終了時期λs=142までは活動が続いていないように見え、CMORの画面上ではPAUを指示する丸がついていない場合もあるが、λs=135付近まで弱い活動が継続する。例年、ほぼ同様の活動で極大がいつなのか明確でないが、2018年と2019年にはλs=125で多少活発な様子を見せている。CMOR2に反して、むしろCMOR1のように極大はλs=125であるとみる方が妥当とも考えられるのである。

IAUMDCには極大をλs=123.7とする観測が掲載されているが、出典不明である。IAUMDCという名前はあるが、データの管理がボランティアとしておこなわれているというのが実態である。Jenniskensが例の大著で作成したリストがそのままIAUMDCのリストとされ、明確な管理規定がないままに運用されてきたことを如実に示している。これを除くと、ビデオ観測ではCAMSもSonotaCoネットもλs=135付近の活動を示唆しており、従来のPAUに該当する活動は検出されていない。IAUMDCにはないがEDMONDのビデオ観測でも同様にλs=135付近の活動が示される（後述）。

ビデオ観測とII観測による検討

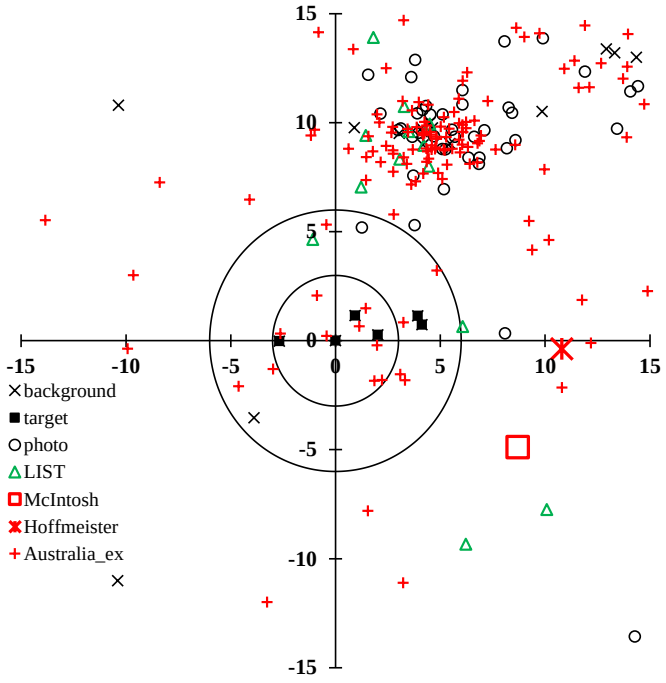
IAUMDCにはないが、最新のSonotaCoネットの分析によると、PAUからλs=131.2とλs=135.4の2つのクラスターが見出されている。筆者はSonotaCoネットの2007~18年の12年間のデータを使用して独自に分析をしたので、以下ではこれについて述べる。流星群表の発表でも述べたが流星観測は、月齢の変化と公転軌道上における地球の位置変化を合わせると12年間で1つの単位になる。しかも、SonotaCoネットのデータが重要なのは、発表されているデータ数に大きな年変化がないため、流星群活動の年ごとの変化を見やすいという点である。いかにCAMSのデータが大きくても、また最近注目されているGMNも同様であるが、観測数が指数関数的に変化しており、SonotaCoネットのように流星群の年による活動変化を調べるには全く不向きである。もちろん、SonotaCoネットの12年の単位をずらして最近のデータを含めることも可能だが、流星群表などでおこなった他の流星群との比較を容易にする意味で、しばらくの間は2007~18年の12年間のデータを使用することにする。





流星群表の作成ではIAUMDCのリストの中で輻射点の位置(λ-λs, β)が平均的とみられる0183PAU05を初期値として用いたが、ここでは電波観測との関係を検討するため、0183PAU01を用いている。輻射点移動を考慮に入れないで、0183PAU01の太陽黄経と輻射点をもとにSonotaCoネットのデータを検索して得られた輻射点分布図を示す。□はMcIntosh、＊はHoffmeisterによる輻射点の位置である。CMORの観測に似て、SDAの左下に接するようにビデオ流星の輻射点が分布し、0183PAU01の観測とよく一致しているように見える。しかし、実は中心から3度の円内（内側の円）にある流星の出現時期はλs=135付近なのである。活動グラフでNr<3は中心から3度の円内の流星数の変化は明らかに極大がλs=135付近であることを示している。７月

下旬の天候が不順であることを考慮して流星の実数ではなく、3度の円内の流星数の3~6度の流星数の比を示したDR3を見ても極大がλs=135付近であることが確認される。



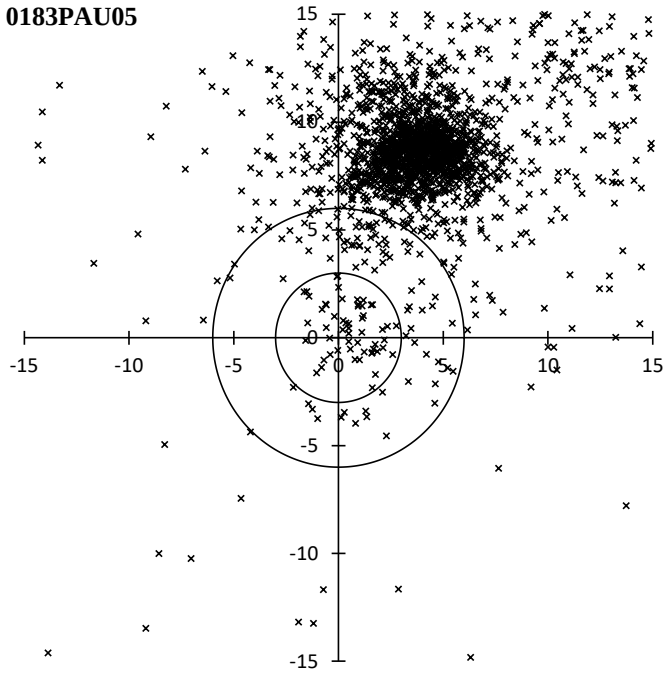
Code	λs	λ-λs	β	V_g	距離	角度	x	y	Ma
MSSIfN	128.2	211.7	-16.3	41.6	1.31	300	1.1	0.7	4.6
MSSIfY	128.2	209.4	-18.8	20.9	3.77	241	3.3	-1.8	3.7
MSSIfm	128.2	213.8	-14.9	34.0	2.26	23	-0.9	2.1	1.1
MSSif5	128.3	213.4	-11.7	38.1	5.34	5	-0.4	5.3	4.3
MSSIg9	129.2	213.4	-16.8	43.9	0.48	62	-0.4	0.2	1.3
MSSIgi	129.2	215.7	-16.7	31.9	2.65	83	-2.6	0.3	3.8
MSSIgx	129.2	208.0	-13.7	34.7	5.81	304	4.8	3.2	-0.6
MSSJJt	132.1	211.4	-15.5	43.1	2.07	316	1.4	1.5	5.2
MSSJKO	133.9	217.8	-19.0	37.8	5.08	114	-4.6	-2.1	5.4
MSSJKT	133.9	210.6	-18.8	39.6	2.86	231	2.2	-1.8	4.8
MSSJLN	134.0	209.6	-16.1	16.9	3.34	285	3.2	0.8	5.3
MSSJLQ	134.0	210.9	-17.2	42.5	1.99	264	2.0	-0.2	4.3
MSSJLc	134.0	211.0	-18.8	40.8	2.61	225	1.9	-1.8	4.2
MSSJMW	134.9	209.7	-18.5	41.6	3.45	244	3.1	-1.5	4.8
MSSJMp	134.9	216.1	-18.3	16.9	3.24	114	-3.0	-1.3	5.6

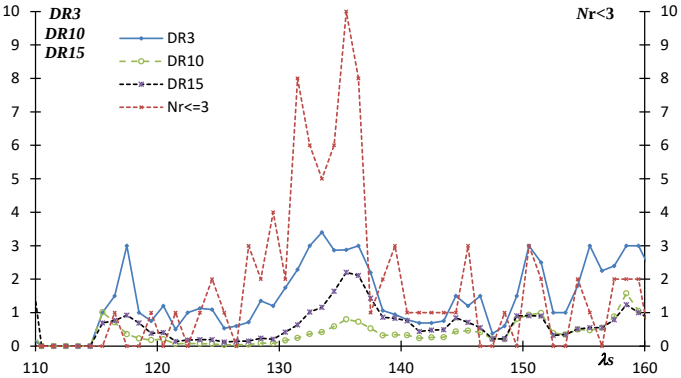
ここで興味深いのは重野好彦・智子が1998年と2002年に行ったオーストラリア遠征観測である。当初の発表では水がめδ群とやぎ群は認められるがみなみのうお群の活動は見られないとされていたが、図に示すように0183PAU01=CMOR1に相当する位置に弱い活動が認められる。しかし、古典的な意味での「みなみのうお座流星群」、つまり、McIntoshやHoffmeisterの観測と一致する場所での活動はIIでも写真観測と同様に見られない。

観測期間はλs=124.4~135.0であり、CMOR1の観測期間に重なっている。２度の遠征をまとめたものであり、条件が異なる期間があるが、明瞭な極大は持たないことが推測される。

CMOR1の中心から6度以内に入る流星を表に示す。MSSIgxまでが1998年、以下が2002年の観測であり、Ma（絶対等級）に多少の差があるように見られる。1998年(λs=128.2~129.2)の平均は2.60と比較的明るく、2002年(λs=132.1~134.9)では4.95と差がある。全流星で見ると、1998年は4.54、2002年が5.04であり、こちらも2002年の方がやや暗くなっている。観測条件が同一でないことを考えると必ずしもIIでPAUとみなされるCMOR1から6度以内の流星に出現期間内で光度の変化があるとまではいえないであろう。

最後にEDMONDのビデオ観測によってPAUの活動を確認してみよう。流星群表で用いた0183PAU05を用いると他のビデオ観測同様にλs=135付近に極大をもつ活動が確認される。





［付録］本文中にHoffmeisterの本の一部を訳出したが、ドイツ語が堪能な方に検証をお願いしたい。

Nr. 11 (= 127° 337° -28°). Nach sorgfältiger Prüfung auf den Karten konnte ich mich nicht entschließen, einen selbständigen Strom der „Piscis-Austriniden“ anzunehmen, gelangte vielmehr zu der Auffassung, daß die vom angegebenen Ort ausstrahlenden Meteore dem sehr weiten Streufeld der gleichzeitig tätigen Juli-Aquariden zugehören.

アンドロメダ座流星群についての一考察(小関正広)

2021年にアンドロメダ群の突発が11月27/28日に観測された。太陽黄経245.84度で11月28日4h15m(UT)に相当し、太陽黄経1度当たり785個程度に達した。これは2011年に突発が観測された#0446DPCとは区別されるべきもので、例年観測されているアンドロメダ群の一部分が活発化したものと考えられる。

アンドロメダ座流星群についての一考察

MSSonLINE 2022 July 30
日本流星研究会　小関正広

要約

2021 年にアンドロメダ群の突発が 11 月 27/28 日に観測された。太陽黄経 245.84 度で 11 月 28 日 4h15m(UT)に相当し、太陽黄経 1 度当たり 785 個程度に達した。これは 2011 年に突発が観測された#0446DPC とは区別されるべきもので、例年観測されているアンドロメダ群の一部分が活発化したものと考えられる。

１．はじめに

現在も活動を続けている主なビデオ観測ネットには SonotaCo ネット、CAMS と並んで急速に発展している Global Meteor Network (GMN)がある。GMN の特徴は CAMS 同様、観測システムを統一化していることと並んで、迅速な結果の公表にある。ほぼ結果リストの公表はリアルタイムだと言ってもよい。GMN のホームページから自由にデータをダウンロードできる仕組みになっている。しかし、筆者が数度にわたって試みたが途中で'memory over'という表示が出てきて、ダウンロードできずにいた。どうも、windows の仕様に原因があるようで、edge でも chrome でも同じであった。旧来の知己である Paul Roggemans にその話をしたところ、彼がダウンロードしたデータを共有という形で利用できるようにしてくれた。本稿は彼の協力のおかげによっている。

２．GMN の観測による 2021 年のアンドロメダ群

NMS 同報でも話題となったが、2021 年 11 月 27/28 日にアンドロメダ群が突発した。CMOR でも突発の継続時間が短かったことが知られているが、ほぼ 4 時(UT)頃に極大となり、ヨーロッパ・北米には好条件であった。GMN でも多数の観測が得られているので、まずはどのような観測結果が得られているかみておこう。

２．１．輻射点分布

GMN で観測された輻射点分布を(λ-λs, β)座標系により、#0018AND00 (λs=232, λ-λs=162.6, β=20.8, $\Delta\lambda s$=25)を中心として示したものが 1 図である。アンドロメダ群の輻射点が急速に移動することは知られているが(λ-λs, β)座標系を用いても非常に移動量が大きいことが分かる。

輻射点移動の推算にあたっては、左図を(x, y)座標でみて、x、y がそれぞれ太陽黄経λs に対してどのように変化するか直線近似を反復して収束するまで繰り返した。1 図を見ると、直線近似よりも 2 次近似または途中で折れ曲がっていることを考慮したほうが良いようにも思えるが、今回は直線近似をしてその結果を検討することにした。

直線近似の様子は後回しにして、近似と反復計算の結果により、輻射点分布がどのように変化したのかを見ることにする。2 図に結果を示すが非常によく密集していることが分かる。2 図の分布について中心からの距離と輻射点数及び、輻射点密度を示したものが表 1 である。中心からの距離が 10 度離れると輻射点密度が 1 平方度あたり 3 個でほぼ一定となることが分かる。この値が周辺の散在活動による輻射点密度と考えられるので、これを考慮すると輻射点から 3~4 度のあたりで群流星の輻射点と散在流星による輻射点密度が拮抗してい

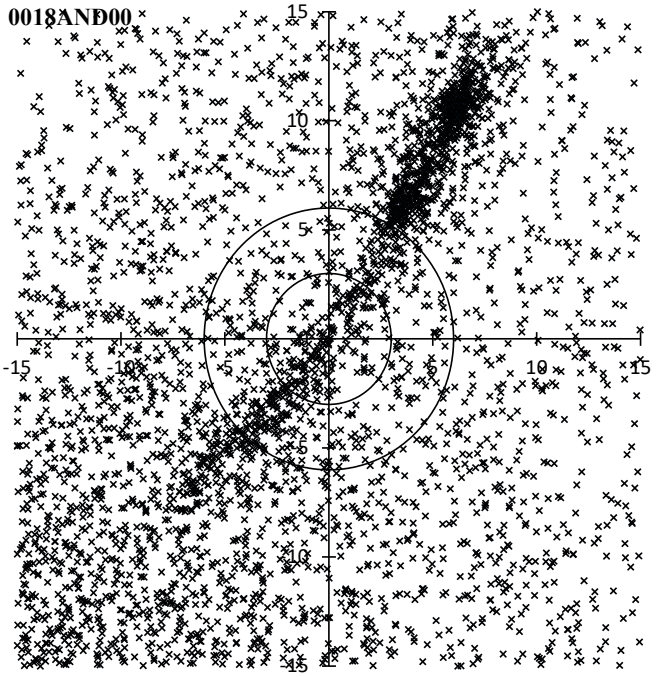


図　１：もとの輻射点分布。

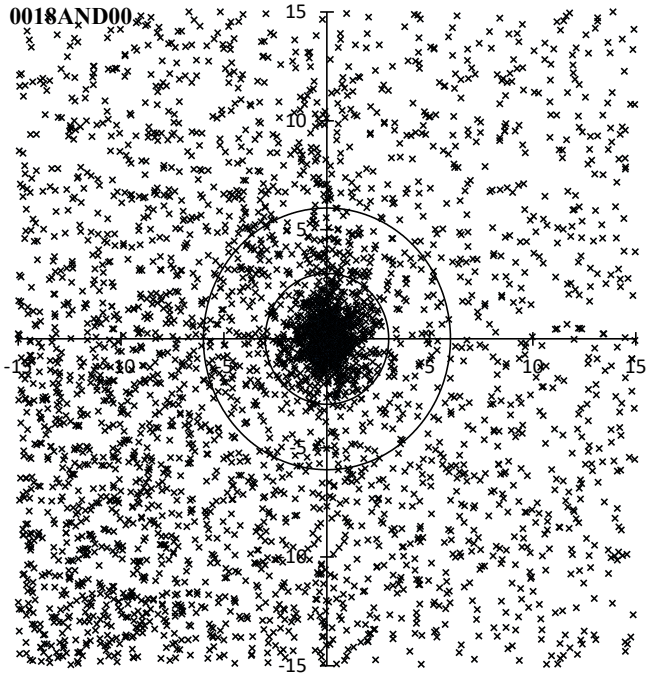


図　２：直線近似により移動を補正した輻射点分布。

ると考えられる。従って、以下ではこの輻射点移動の推算値から 3 度以内の輻射点をアンドロメダ群として扱うことにする。

表１：輻射点分布と輻射点密度。

r	*N*	*Area*	*Density*
1	640	3.1	203.7
2	398	9.4	42.2
3	202	15.7	12.9
4	121	22.0	5.5
5	135	28.2	4.8
6	140	34.5	4.1
7	144	40.8	3.5
8	183	47.0	3.9
9	181	53.2	3.4
10	160	59.4	2.7
11	233	65.6	3.6
12	237	71.8	3.3
13	216	77.9	2.8
14	260	84.0	3.1
15	270	90.1	3.0
16	261	96.2	2.7
17	317	102.2	3.1
18	300	108.3	2.8
19	345	114.2	3.0
20	344	120.2	2.9

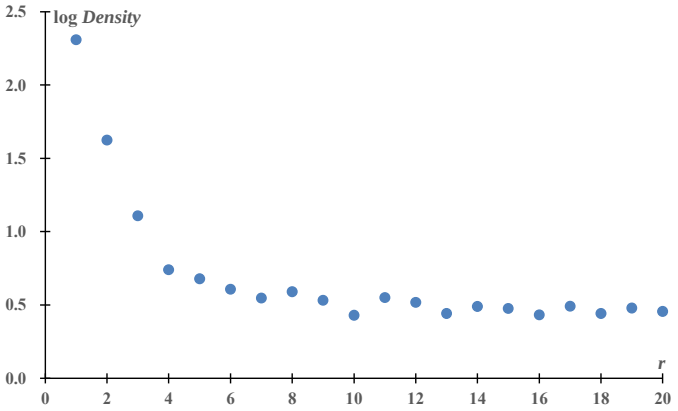


図　３：対数表示による輻射点密度と中心からの距離。

２．２．活動曲線

輻射点移動を考慮して、推算位置から 3 度以内に入る輻射点より求めた活動曲線を図４ａに示す。今回の活動は SonotaCo ネットの観測から知られていた活動も捉えられているが、それよりもさらに後期の活動であることが分かる。

極大部分を細かく見るために太陽黄経 1 度幅で 0.1 度ずつスライドさせた移動平均を求めたものが図４ｂである。これにより、今回の突発出現が短期間であったことが明確に示されている。

さらに極大部分を出現時間ごとに並べた群流星 30 個の出現間隔から太陽黄経 1 度当たりの出現数を推定したものが図４ｃである。太陽黄経 245.84 度で瞬間最大 785 程度の数値となっている。これは 11 月 28 日 4h15m(UT)に相当する。これはヨーロッパでは朝を迎え、観測終了のタイミングに近い。GMN の活動拠点はヨーロッパ、北米の東岸と西岸、オーストラリアであり、必ずしも全世界を覆っているわけではない。図４ｃで活動曲線が分断されているのはそのためである。図４ｃで活動が急速に終息するように見えるのは見かけ上のようにも思えるので、後で日本での観測と比較してみよう。

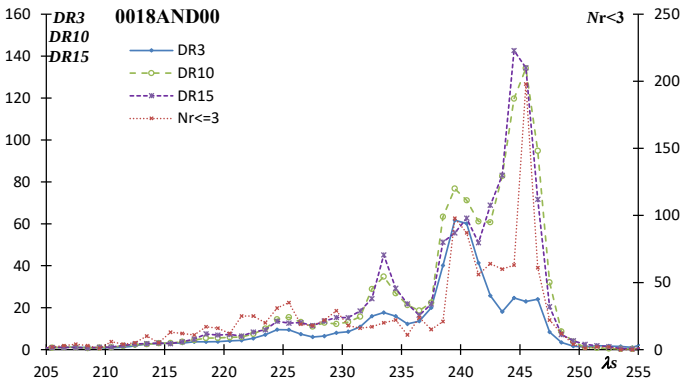


図　４ａ：GMN によるアンドロメダ群の活動曲線。

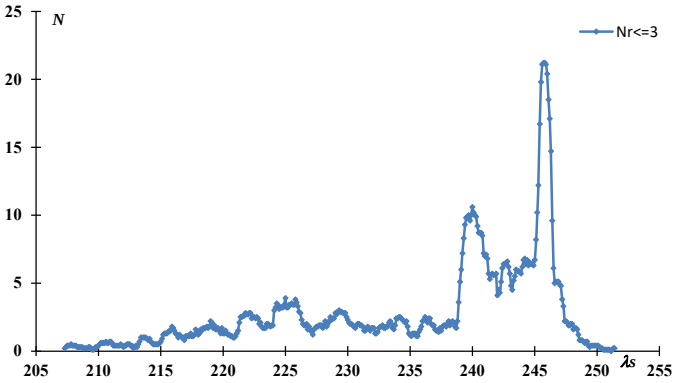


図　４ｂ：輻射点数の太陽黄経 1 度幅の移動平均。

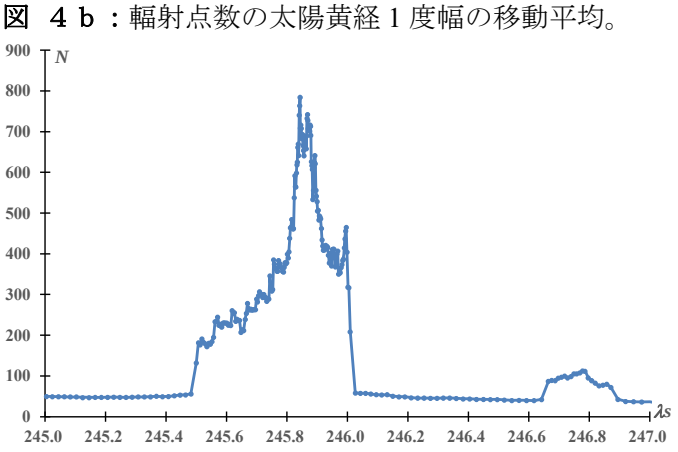


図　４ｃ：極大付近の出現数推移。

２．３．#0446DPC との関係

IAUMDC の流星群表で DPC が Biela 彗星に関連すると表記されている（これは発表論文の著者の意見）ことから DPC がアンドロメダ群と一体であるかのように思われることが多い。GMN でも DPC とアンドロメダ群の混同があり、上に示した方法でアンドロメダ群とした流星のかなりの部分が GMN のデータの群判定では DPC と分類されている。表２に本稿でアンドロメダ群としたものが GMN でどのように分類されているかを示す。

表２：GMN での群判定。

AND	DPC	散在流星	合計
1108	34	98	1240

ちなみに、本稿でアンドロメダ群とした流星 1240 個を年別に示すと表３となる。2021 年の突発の激しさを示すとともに GMN 自体の活動が急激に進展していることを示している。

表３：アンドロメダ群の観測数

年	2018	2019	2020	2021	合計
N	0	64	114	1062	1240

図５は#0446DPC00, λs=252, λ-λs=152.8, β=44.8, $\Delta\lambda s$=10 を基にした GMN の輻射点分布であり、赤丸で囲んだものを GMN では DPC と判定している。図の下側に見られる輻射点の集中域はアンドロメダ群であり、集中域が斜め上方に伸びているのは$\Delta\lambda s$=10 という時間(λs=242~262)に輻射点移動をしているためである。DPC がアンドロメダ群よりもずっと大きい輻射点移動をするとは考えられず、GMN による

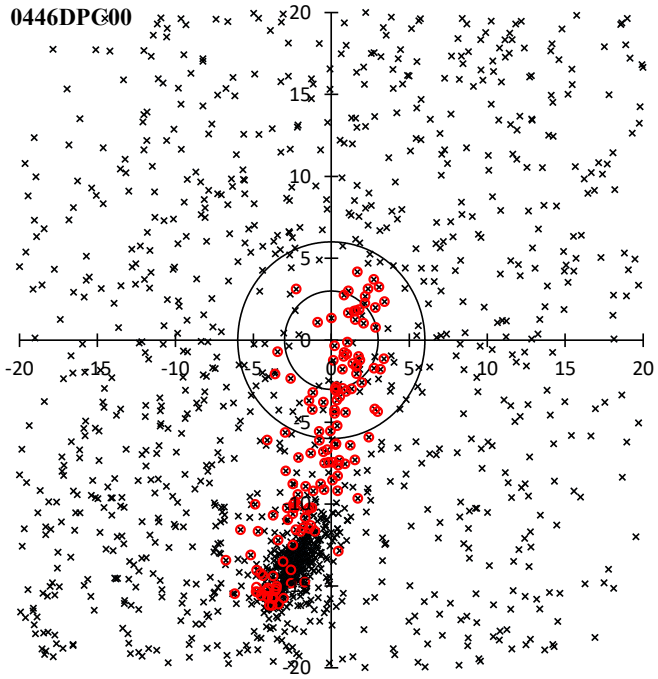
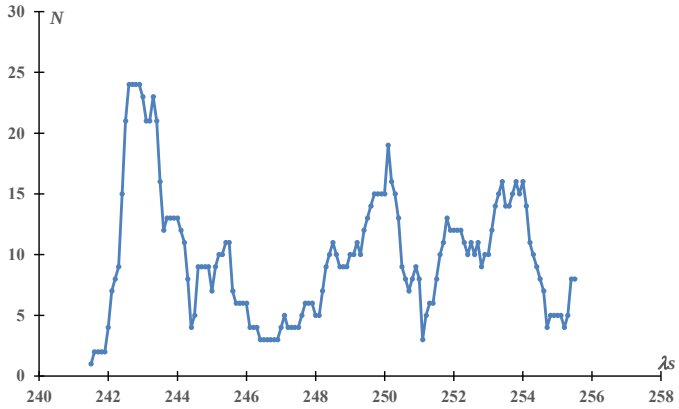


図　５：GMN で DPC と判定された輻射点分布。



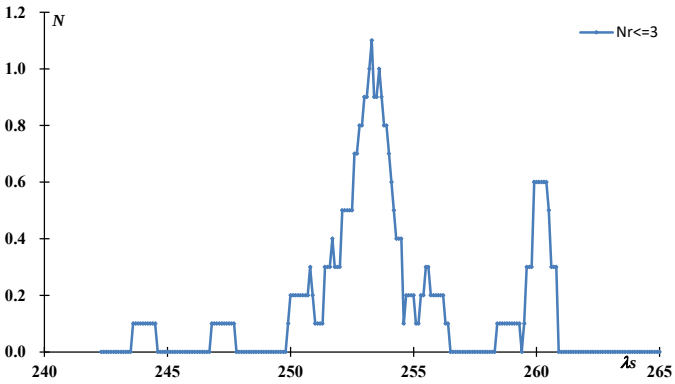
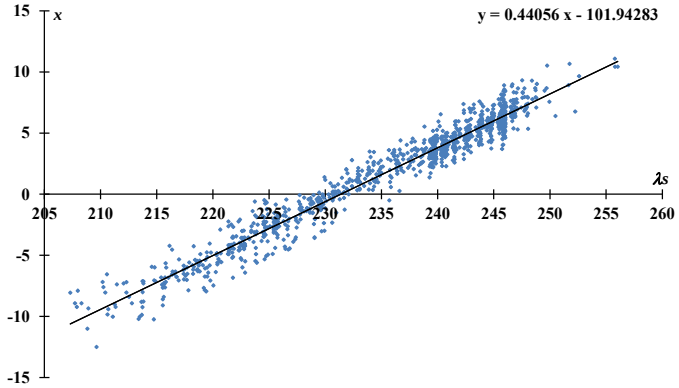


図　６：GMN の群判定による DPC の活動曲線（a 左）。図５の中心から 3 度以内の活動曲線（b 右）。DPC の群判定基準に問題があることが分かる。GMN が DPC と判定した輻射点数の太陽黄経による変化を示したものが図６ a である。不規則な変動を示し、明らかにアンドロメダ群の混入による影響と考えられる。図６ b は図５の中心から 3 度以内の輻射点数の変化を示したもので、SonotaCo ネットの結果ともよく一致し、これが DPC 本来の活動を示すものであろう。

２．４．回帰分析とアンドロメダ群の構造



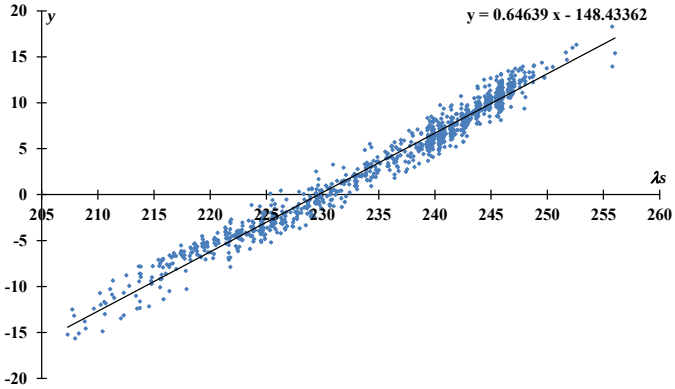


図　７：図１の輻射点の太陽黄経による移動量の回帰分析。左（a）は x 座標、右（b）は y 座標。

図１の輻射点移動が直線的に見えないにもかかわらず直線回帰を適用したことを既に述べた。ここでは、その当否を含めてアンドロメダ群の構造について考察する。

図７ａを見ると、λs=230 付近で輻射点分布が屈曲しているように見え、図７ｂではそれに加えてλs=220 付近でもう一度折れ曲がっているように見える。これが図１で輻射点分布が直線状に見えていない理由である。しかし、図２と図３で見たようにアンドロメダ群の活動全般を中心から 3 度以内の流星で考えることに問題はないと言える。ここでの屈曲はアンドロメダ群の微細構造の問題である。

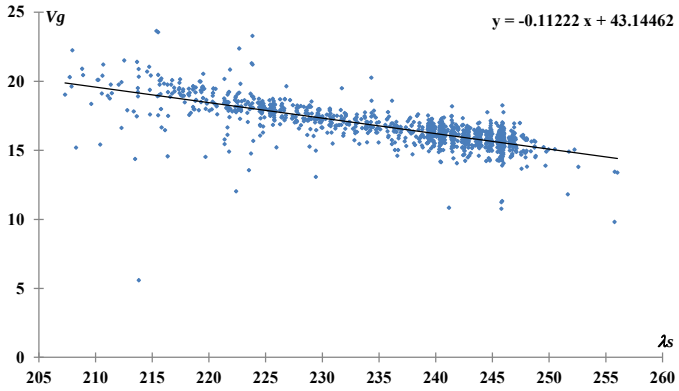


図　７ｃ：地心速度 *Vg* の回帰直線。

図７ｃは地心速度の回帰直線である。群判定には地心速度を用いていないため、図７ａ、ｂとは独立したデータである。これを見ると、λs=230 付近の屈曲は見られないが、λs<220 で直線から離れるようにも見える。このようにアンドロメダ群は重層的な構造を持つと考えられる。この問題については次節以降でさらに検討する。

３．SonotaCo ネットによる観測：2007 年から 2021 年までのアンドロメダ群の活動

「ビデオ観測による流星群データ集」で 2007~18 年の観測を用いたアンドロメダ群の分析をしているが、2021 年の活動を取り上げるため、範囲を 2007~21 年に拡張して再分析を行った。

SonotaCo ネットのデータで示される群判定は用いず、GMN でも用いた方法によってアンドロメダ群の判定を行った（MSS の発表では中心から 6 度以内をアンドロメダ群としていたが、ここでは GMN の場合に合わせて 3 度以内としている）。この群判定によると、表４に示すようにアンドロメダ群の活動変化は 2021 年の活動がそれまでの平均と比べて約 10 倍に達していることが明らかである（MSS での発表と調査の範囲が異なり、判定範囲も変更しているので、輻射点移動の回帰直線も異なることから MSS で示した流星数の年変化とは多少異なる）。

表４：2007~21 年に SonotaCo ネットの観測でアンドロメダ群と判定された流星数。

Year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
N	7	16	22	17	6	14	5	12	18	20	15	13	14	33	143	355

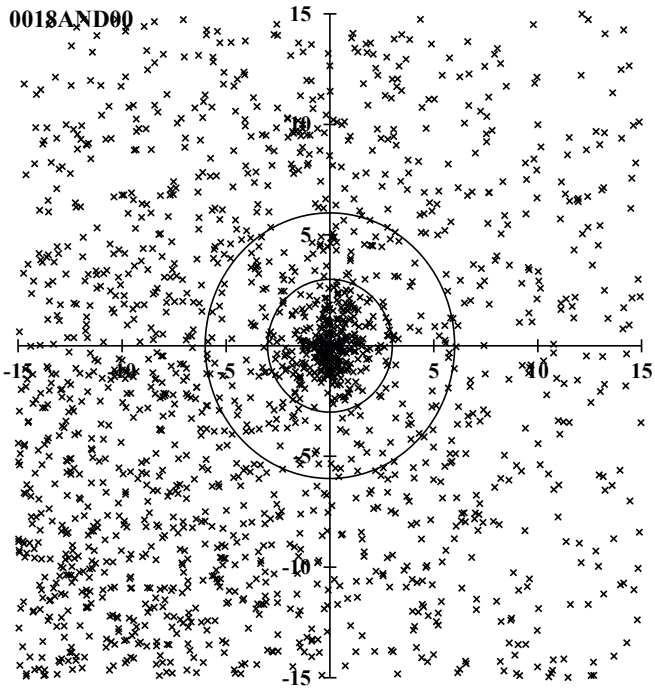


図　８：SonotaCo ネットによる輻射点分布。

回帰分析の結果、求められた輻射点分布（図８）は GMN のものとよく似ていて、半径 3 度以内に輻射点が集中している。GMN の場合と異なるのは DPC の輻射点が y 軸の目盛り 10 の数字に重なるように認められることである。これは SonotaCo ネットの観測では DPC が突発した 2011 年の観測を含んでいるためである。

図９に活動曲線を示すが、これも GMN と観測年数が異なるため、2021 年の突発出現が最大の極大となっているが、その他にも複数の極大の存在が示唆されている。MSS で発表したグラフにはλs=225~230、λs=230、λs=240 の 3 つが見られていたが、図９ａではλs=240 が 2021 年の突発出現と接しているために不明瞭になっているが、他の 2 つの存在は認められる。これはアンドロメダ群の活動がいくつかの微細構造を持っているためと考えられ、DMN の回帰直線で指摘したことと対応すると思われる。

図９ｂは図４ｂと同様に太陽黄経 1 度幅で 0.1 度ずつスライドさせた移動平均である。これからはこの突発の極大がλs=245.8~246.0 にあったことが示される。日本での観測は夕方の薄暮から始まって、次第に空が暗くなるにもかかわらず、その後の流星数は減少している。このことは GMN の活動から推定される極大λs=245.84 を裏付けるものと考えられる。

注意が必要なのは、両方の図ともに 15 年間の平均値として表されていることである。GMN のグラフがほぼ 2021 年のみの数字であることを考え、図９のグラフを 15 倍して考えれば、図４の値も図９の値もほぼ同じであることが分かる。

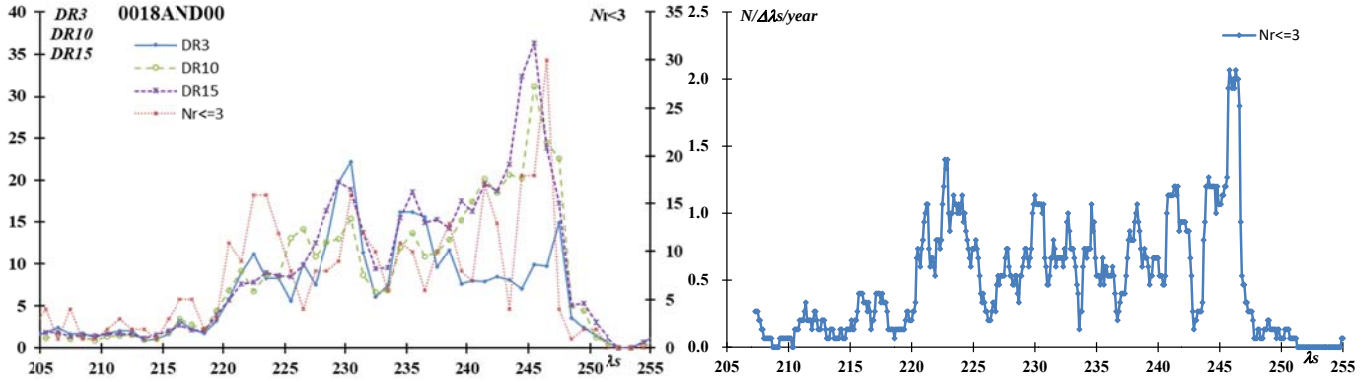


図　９：アンドロメダ群の活動曲線。DR による太陽黄経 3 度の移動平均（左ａ）。太陽黄経 1 度幅で 0.1 度刻みの中心から 3 度以内の流星数変化（右ｂ）。

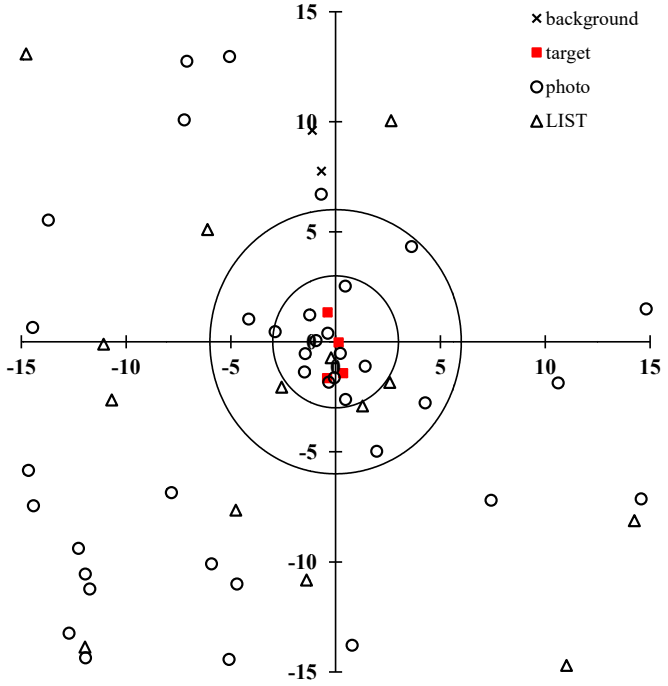


図　１０：写真観測と流星群の輻射点分布。

４．ビデオ観測以外の輻射点

図１０は SonotaCo ネットの観測から推定される輻射点の移動量を考慮して、写真観測及び種々の流星群表に掲載されている輻射点の分布を示したものである。赤い四角は IAU でアンドロメダ群とされているもの、×は IAU でその他の流星群とされているもの、〇は写真観測、△は IAU に掲載されていないその他の流星群表にある流星群である。IAU でアンドロメダ群とされているもの 3 個が中心から 3 度以内にあり、#0446DPC は中心から 10 度ほど上に離れていることが分かる（表５）。

図１０で中心から 6 度以内には 16 個の写真流星の輻射点があり、「アンドロメダ群の再発見」を裏付けることができる。表６を見ると、写真流星の出現は太陽黄経 225 度付近にあり、SonotaCo ネットの観測で指摘されてきた複数の極大のうち、最初のものに相当するとみられる。

定常的なアンドロメダ群がいくつかの部分的な構造を持っていることが写真観測でも示され、図７ａ～ｃで取り上げた回帰直線の屈曲の原因なっていると考えられる。

H5-2622 はハーバードの小型カメラ、D1-66 と K1-31 は旧ソビエトの小型カメラによる観測であり、これらが含まれていることは注目してよい。いずれも大きなカメラであるがスーパーシュミットではないために明るい流星しか撮影できない。つまり、定常的なアンドロメダ群は暗い流星というよりも明るい流星が含まれていることを示唆している。

なお、H1-5384 の地心速度が極端に低いのは図計算という簡略な方法で求めたことによる誤差であろう。

表７で L1-129 は Lindblad が写真観測から求めたもので、「アンドロメダ群の再発見」を再確認したものである。また、LE-512、LE-565、LE-630 はハルキウにおける電波観測によるものである。3 つに分かれているが、当時の電波観測は機器の管理上、休止期間が必要であったためであり、一つの流星群活動を捉えたものと考えてよい。

表５：IAU に登録されている流星群。

Code	λs	λ-λs	β	Vg	Distance	Angle	x	y
0018AND02	223.0	166.8	17.9	18.2	1.4	16	-0.4	1.3
0018AND01	228.6	163.4	18.8	17.0	1.5	194	0.4	-1.4
0018AND03	230.4	162.8	21.4	17.5	0.2	254	0.1	0.0
0018AND00	232	162.6	20.8	17.2	1.7	166	-0.4	-1.7
0446DPC01	250.4	153.1	42.0	16.5	7.8	5	-0.7	7.8
0446DPC00	252.0	152.8	44.8	16.5	9.7	7	-1.1	9.6

表６：図１０で中心から 6 度以内にあって、アンドロメダ群と推定される写真観測。

Code	λs	λ-λs	β	Vg	Distance	Angle	x	y
D1-66	208.3	170.9	1.7	19.77	5.3	202	2.0	-5.0

H1-4977	208.7	175.6	7.4	22.4	2.9	81	-2.9	0.5
H1-4967	208.7	176.9	7.9	20.1	4.3	76	-4.2	1.0
H4-11093b	211.2	172.9	9.8	20.68	1.7	45	-1.2	1.2
H3-9172	221.1	166.8	12.6	22.46	2.7	190	0.5	-2.6
H4-12336	223.8	166.4	17.4	19.18	0.5	44	-0.4	0.4
H5-2622	225.1	165.5	16.3	18.8	1.6	178	-0.1	-1.6
H2-5337	225.3	166.9	16.7	17.4	2.0	133	-1.5	-1.4
H1-5335	225.7	165.5	16.5	17.7	1.9	170	-0.3	-1.8
H1-5339	225.7	161.3	22.6	17.3	5.6	320	3.6	4.3
K1-31	228.7	159.3	17.5	13.4	5.1	237	4.3	-2.8
H1-5392	230.7	162.6	21.1	18.1	0.6	203	0.2	-0.5
H1-5384	230.7	163.8	21.7	2.7	0.9	86	-0.9	0.1
H1-5382	230.7	161.3	20.5	17.4	1.8	232	1.4	-1.1
H4-11182	232.2	163.6	22.1	17.55	1.5	110	-1.4	-0.5
H3-9379	249.3	152.3	36.1	16.14	2.6	350	0.5	2.5

表７：図１０の中心から 6 度以内で、IAU のリストに含まれていない流星群。

Code	λs	λ-λs	β	Vg	Distance	Angle	x	y
LE-512	211.7	168.8	7.1	20.8	3.2	235	2.6	-1.8
L1-129	228.2	164.2	19.3	21	0.8	164	-0.2	-0.7
LE-565	234.3	163.8	21.9	21.2	3.3	129	-2.6	-2.1
LE-630	243.2	154.9	26.8	19.9	3.2	204	1.3	-2.9

付録：GMN の観測によるアンドロメダ群の推算値。

λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_{Π}	β_{Π}	a
220	167.8	14.5	20.2	24.2	18.5	0.748	0.740	7.8	246.1	220.0	105.9	-7.1	2.93
221	167.3	15.2	20.4	25.0	18.3	0.747	0.745	8.1	245.3	221.0	106.1	-7.3	2.95
222	166.9	15.8	20.7	25.8	18.2	0.747	0.750	8.3	244.5	222.0	106.2	-7.5	2.96
223	166.5	16.5	21.0	26.6	18.1	0.746	0.756	8.6	243.7	223.0	106.4	-7.7	2.98
224	166.0	17.1	21.2	27.4	18.0	0.745	0.761	8.8	242.8	224.0	106.6	-7.8	2.99
225	165.6	17.8	21.5	28.2	17.9	0.744	0.766	9.1	242.0	225.0	106.7	-8.0	3.00
226	165.1	18.5	21.7	29.0	17.8	0.743	0.772	9.3	241.2	226.0	106.9	-8.1	3.01
227	164.7	19.1	22.0	29.8	17.7	0.742	0.777	9.5	240.4	227.0	107.1	-8.3	3.02
228	164.2	19.8	22.2	30.6	17.6	0.741	0.782	9.7	239.6	228.0	107.2	-8.4	3.02
229	163.7	20.4	22.5	31.4	17.4	0.740	0.787	10.0	238.8	229.0	107.4	-8.5	3.03
230	163.3	21.1	22.7	32.2	17.3	0.739	0.792	10.2	238.0	230.0	107.6	-8.6	3.03
231	162.8	21.7	23.0	33.0	17.2	0.738	0.797	10.4	237.2	231.0	107.7	-8.7	3.04
232	162.3	22.3	23.2	33.8	17.1	0.736	0.802	10.6	236.4	232.0	107.9	-8.8	3.04
233	161.8	23.0	23.4	34.6	17.0	0.735	0.807	10.7	235.6	233.0	108.1	-8.8	3.04
234	161.4	23.6	23.6	35.4	16.9	0.733	0.812	10.9	234.8	234.0	108.3	-8.9	3.04
235	160.9	24.3	23.8	36.1	16.8	0.732	0.817	11.1	234.0	235.0	108.5	-9.0	3.04
236	160.4	24.9	24.1	36.9	16.7	0.730	0.821	11.3	233.2	236.0	108.6	-9.0	3.04
237	159.9	25.6	24.3	37.7	16.5	0.728	0.826	11.4	232.4	237.0	108.8	-9.0	3.04
238	159.4	26.2	24.4	38.4	16.4	0.726	0.830	11.6	231.6	238.0	109.0	-9.1	3.04
239	158.9	26.8	24.6	39.2	16.3	0.724	0.835	11.8	230.8	239.0	109.2	-9.1	3.03
240	158.3	27.5	24.8	40.0	16.2	0.722	0.839	11.9	230.0	240.0	109.4	-9.1	3.02
241	157.8	28.1	25.0	40.7	16.1	0.720	0.844	12.0	229.3	241.0	109.6	-9.1	3.02
242	157.3	28.7	25.1	41.4	16.0	0.718	0.848	12.2	228.5	242.0	109.8	-9.1	3.01
243	156.8	29.4	25.3	42.2	15.9	0.716	0.852	12.3	227.7	243.0	110.0	-9.1	3.00
244	156.2	30.0	25.4	42.9	15.8	0.713	0.857	12.4	226.9	244.0	110.3	-9.1	2.99
245	155.7	30.6	25.6	43.6	15.6	0.711	0.861	12.6	226.2	245.0	110.5	-9.0	2.98
246	155.1	31.2	25.7	44.4	15.5	0.708	0.865	12.7	225.4	246.0	110.7	-9.0	2.97
247	154.6	31.8	25.8	45.1	15.4	0.706	0.869	12.8	224.6	247.0	110.9	-9.0	2.95
248	154.0	32.5	25.9	45.8	15.3	0.703	0.873	12.9	223.9	248.0	111.1	-8.9	2.94
249	153.4	33.1	26.0	46.5	15.2	0.700	0.876	13.0	223.1	249.0	111.4	-8.9	2.92
250	152.8	33.7	26.1	47.2	15.1	0.697	0.880	13.1	222.4	250.0	111.6	-8.8	2.91
251	152.2	34.3	26.1	47.9	15.0	0.694	0.884	13.2	221.6	251.0	111.8	-8.7	2.89
252	151.6	34.9	26.2	48.6	14.9	0.691	0.887	13.3	220.9	252.0	112.1	-8.6	2.87
253	151.0	35.5	26.2	49.3	14.8	0.688	0.891	13.4	220.1	253.0	112.3	-8.6	2.85
254	150.4	36.1	26.2	50.0	14.6	0.684	0.894	13.5	219.4	254.0	112.6	-8.5	2.83
255	149.8	36.7	26.2	50.6	14.5	0.681	0.898	13.5	218.6	255.0	112.8	-8.4	2.82

ヘルクレス座・流星群についての一考察(小関正広)

73P/Schwassmann-Wachmann3彗星による2022年におけるヘルクレス座・流星群の活動をGlobal Meteor Network (GMN)の観測により分析した。太陽黄経69.417、5月31日04h14m(UT)で、太陽黄経1度当たりの出現数は13580個に達したと推定される。今回の出現は1995年に起きた彗星核の分裂によるものであるが、彗星核は過去にも分裂したと考えられており、それによって拡散した流星物質による活動も指摘される。

ヘルクレス座τ流星群についての一考察

MSSonLINE 2022 July 30
日本流星研究会　小関正広

要約：
73P/Schwassmann-Wachmann3 彗星による 2022 年におけるヘルクレス座τ流星群の活動を Global Meteor Network (GMN)の観測により分析した。太陽黄経 69.417、5 月 31 日 04h14m(UT)で、太陽黄経 1 度当たりの出現数は 13580 個に達したと推定される。今回の出現は 1995 年に起きた彗星核の分裂によるものであるが、彗星核は過去にも分裂したと考えられており、それによって拡散した流星物質による活動も指摘される。

１．はじめに

73P/Schwassmann-Wachmann3 彗星は 1995 年に核の分裂が観測された。この彗星は 16 年に 1 回地球に接近することで知られ、2022 年には分裂により生じた流星物質が地球と遭遇する可能性が以前から指摘されていた。日本は地理的に極大後の活動しか捉えることができなかったが、CMOR の画像等で知られるようにアメリカでは盛んな出現が捉えられた。Global Meteor Network (GMN)は観測された流星のデータをリアルタイムで公開している。Paul Roggemans の協力により、ヨーロッパ・アメリカでの観測データを入手できたので、本稿では今回の出現について、過去の観測と比較検討する。

２．これまでの経緯

２．１．1930 年代の観測

73P/Schwassmann-Wachmann3 彗星が 1930 年に発見されると、直ちに花山天文台で放物線軌道とそれに基づいた予想輻射点が計算されて、観測が行われた。世界的にも注目されている中村要氏の観測を引用する（表１と図１）。

表 1：中村要氏の観測。

1930 May	24	15^h19^m	+48
	25	22	48
June	3	29	46
	6	35	43
	7	38	42.5
	9	45	41.5
		36	42
	10	40	42
	12	48	41.5
	13	52	40
	19	16^h18^m	39

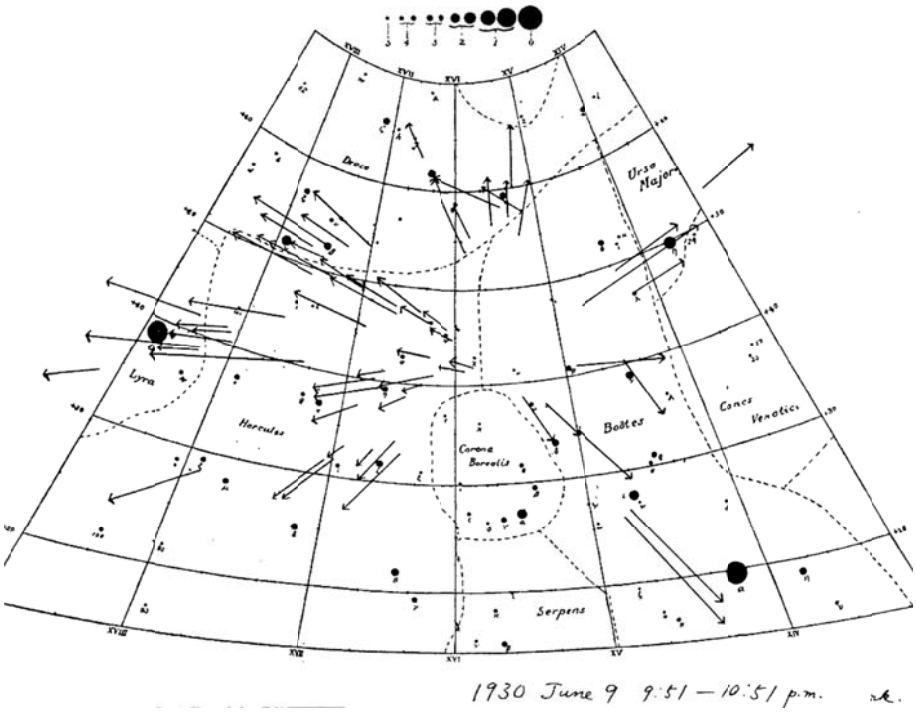


図 １：中村要氏による経路観測。

6 月 9 日の行は上が輻射点近傍（の暗い）、下はそれよりも離れた位置（の明るい）流星から求めたものとされている。中村氏は視野を 5 度程度に限定して、神経を集中することによって他の人には困難と思われる暗い流星を検出していた。氏によると集中の継続は 30 分、長くて 60 分であったという。上の観測用星図は 5.0 等の星が書かれているが、氏は 5.5 等まで欲しいと望まれていた。

表２：彗星軌道からの予想輻射点。

	λs	α	δ	Vg
1930-Jun-14.1976	75.0	214.5	37.6	12.7
	77.7	219.8	44.4	13.8
	79.0	223.5	47.9	14.6
2017-Mar-16.84106976	67.0	207.5	24.4	11.9
	69.7	209.3	28.8	12.1
	71.0	210.4	31.3	12.2

当時、流星群の輻射点の移動が一般的なものとは考えられていなかったので、このように輻射点の移動を見出したこと自体が新しい知見であった。しかし、問題はここで記録されている輻射点が南下していることである。JPL に登録されている彗星の軌道から輻射点を推算すると表２のようになる。輻射点の推算方法は何通りもあり、トレイルではなく、彗星自体の軌道によるものでもあり、ここに示すものは目安に過ぎない。しかし、今年の観測（次項参照）にも見られるように輻射点は北上したと考えるのが妥当であろう。

山本一清先生は中村氏の観測は塩見氏の観測によって裏付けられると補注を書かれているが、この観測については否定的な意見もかなりある。

「流星の研究」の中で述べられているように小槇孝二郎先生は 1935 年の彗星回帰の年に観測されたが、先生と吉井氏の観測中に確実に群に属すると判定される流星は見られなかったとのことである。この観測は Kronk の本でも触れられているが、ドイツの雑誌(Astronomische Nachrichten)の記事としても掲載されおり、そこでは奥様も一緒に観測されていたことが述べられている。

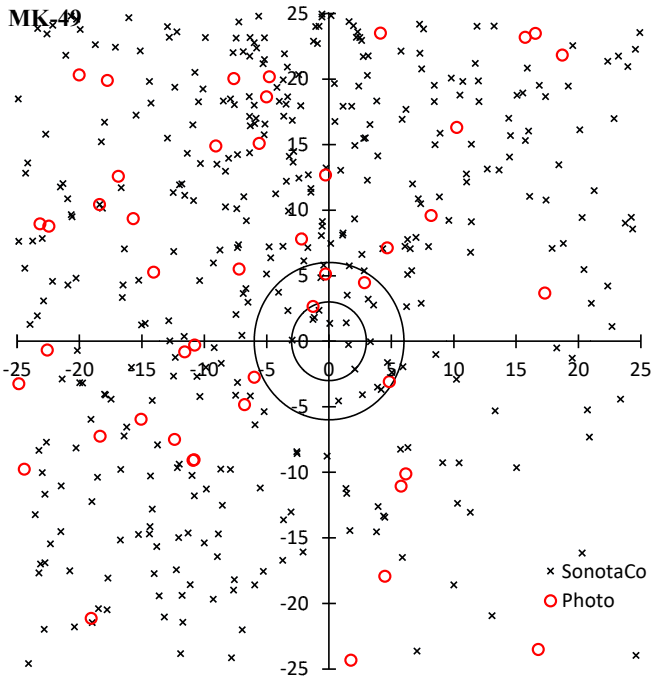


図　２：MK-49 の周囲の写真とビデオ観測の輻射点。

２．２．これまでの観測・研究

2013 年の第５４回流星会議で「流星群の見え方」という話の中で TAH を取り上げているが、そこで紹介した TAH に関する古典的な写真、電波観測について触れておこう。

まず、写真・電波観測によって TAH に相当する流星群が捉えられているかについて、筆者は「クラスター分析による流星群の軌道研究」：第２２回流星会議(1981)において T1-76, T1-78, T1-80, T1-90, L1-168 というグループ（以下 Ref.-List67）を見出している。T1 は Terentjeva、L1 は Lindblad が見出した流星群であり、いずれも写真観測の中から見いだされたものである。筆者は独自にクラスター分析によって、DMN<0.15 となる写真流星のグループを検出し、「写真観測によって活動の認められる流星群」：第２３回流星会議(1982)として発表している（表３、以下 MK-49）。これは Ref.-List67 に相当するものであるが、D 判定を用いているので、輻射点分布からは拡散していて流星群とは思えない（図２）。しかし、MK-49 の流星数が 18 というのは写真観測のよるクラスターとしてはかなり大きなものであり、何らかの流星体グループが存在しているのは否定できない。73P/Schwassmann-Wachmann3 彗星は分裂を繰り返していたはずで、1995 年当時に観測された核の直径の 2 倍程度はあったという推定もあり、過去の分裂による流星物質が広く拡散した結果によるものとも考えられる。

表３：写真流星のクラスター分析で検出された「流星群」

No.	α	δ	λ-λs	β	Vg	e	q	i	ω	Ω	N
MK-49	228.7	40.7	130.4	55.2	14.8	0.625	0.979	19.0	201.3	75.9	18

表４：様々な観測によって得られた MK-49 に相当する「流星群」

Reference	No.	λs	α	δ	λ-λs	β	Obs.
NMS	13	81	253	35	164	56	24
AMS	24	60	240	29	170	48	9
Hoffmeister	21	64	249	39	172	59	20
平均		68	247	34	169	54	
Ref.-List	67	74	230	39	136	55	T1-76,T1-78,T1-80,T1-90,L1-168
IAU	61	72.0	228.5	39.8	136.2	54.7	τ–Herculids

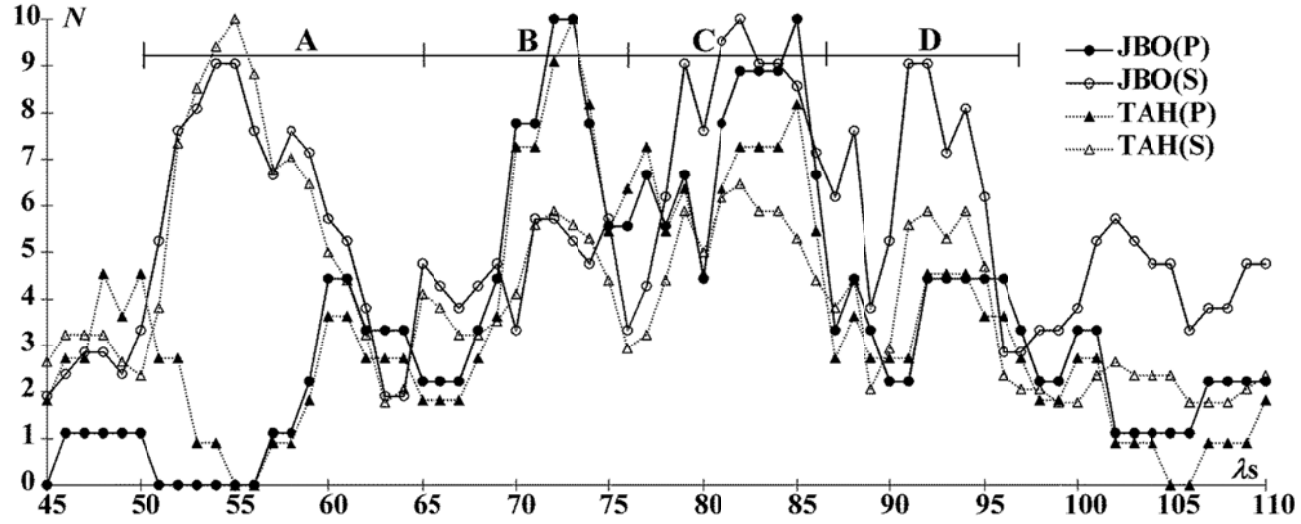


図　３：TAH と JBO の関係。A~D の活動期間それぞれで観測方法により TAH と JBO が混在する。

筆者は眼視観測による輻射点分布についても調査したので、K-49 付近に得られている輻射点のグループを紹介する（表４）。ここで Denning が含まれていないが、他は 1930 年の観測を意識しているからだと解釈することもできるし、実際には 7P/Pons-Winnecke また 73P/Schwassmann-Wachmann3 それぞれの突発出現を除けば、両者による流星活動と区別しがたいからだとみることもできる。図３は 2014 年の天文回報の観測指針で取り上げたグラフだが、5 月下旬から 7 月にかけて TAH と JBO に近い軌道をもつ写真とビデオ観測の流星数を示している。4 つの極大が見られ、B が TAH、D が JBO に相当する。いずれも弱い活動であり、平年において両者を区別することは困難であることが分かる。

その後、2011 年に Jenniskens 等が活動を捉えたという報告があるが、詳しいことは不明である。

３．GMN による 2022 年の観測

図４ａ、ｂに GMN による輻射点分布を示す。回帰分析前の分布からも推定されるように活動期間が短いにもかかわらず、輻射点の移動量が大きいことが分かる。また、活動も極大後に急速に減少したことが分かる。回帰分析後の輻射点分布からは、地球の進行方向背後から衝突する輻射点が拡散しやすい流星群にも関わらず、輻射点がよく集中しており、彗星核から放出されて時間が短いトレイルによるものであることが分かる。

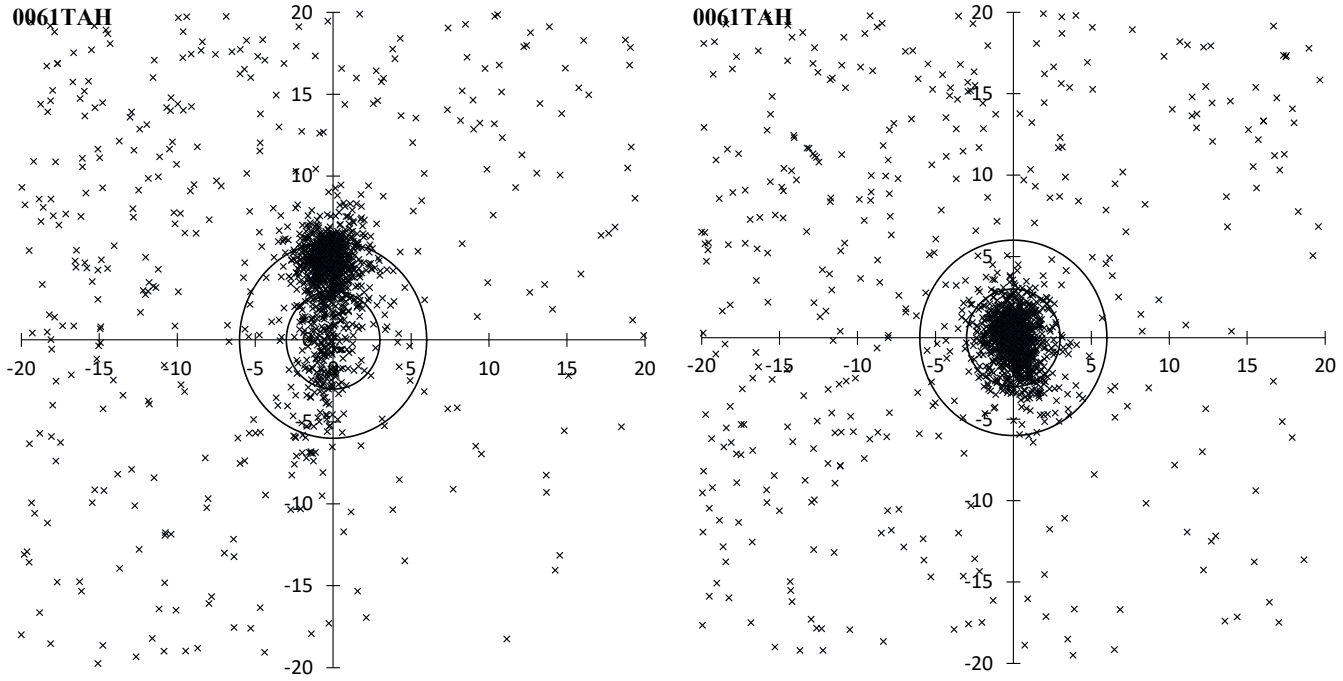


図　４：回帰分析前（左、ａ）、回帰分析後（右、ｂ）。

図５は回帰直線のうち *y* 座標に関するものを示すが、観測がいくつかの集団に分かれていることが示されている。これは、GMN の観測点が地球上で均等に配置されていないためである（後述）。つまり、極大を含めて 3 日間出現が捉えられている。その前後については、散在との区別が困難な程度の活動状況であったことが分かる。

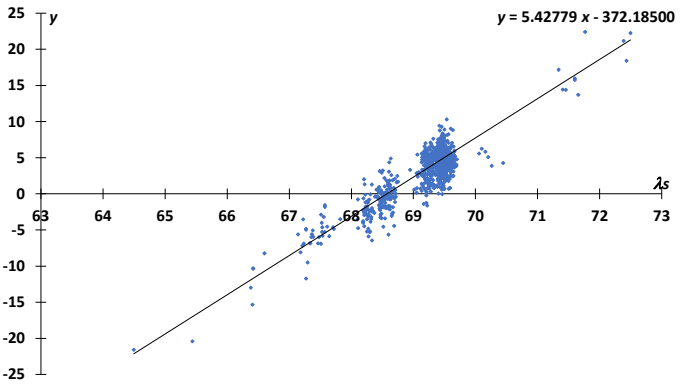


図　５：*y* 座標についての回帰直線。

表５は回帰分析による輻射点の中心位置からの距離による輻射点数及び輻射点密度（／平方度）を示したものである。中心から 7 度以上離れると密度は 0.2 程度に下がり、輻射点が良く集中していることが分かる。以下で行う検討は、ここで 3 度以内に入っている 1278 個の流星について行ったものである。GMN の観測は 2018 年から開始され、観測数は指数関数的に増加している。このため、ここでは 2021 年以前の観測も含めているが、2021 年の輻射点が 5 個含まれるだけであり、区別せずに使用した。

表５：回帰分析後の輻射点分布と輻射点密度。

r	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	583	487	208	95	29	24	7	18	10	13
Density	185.6	51.7	13.2	4.3	1.0	0.7	0.2	0.4	0.2	0.2

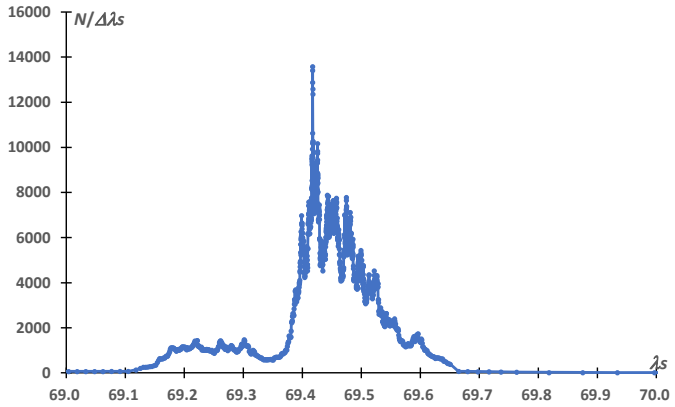


図　6：突発出現時の出現状況。

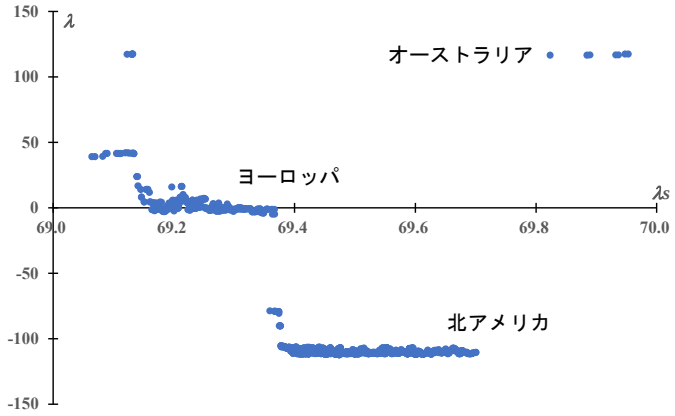


図　7：突発出現時の観測地。

先に述べたように TAH は 2022 年の出現でほぼ 3 日間にわたって観測されているが、ここでは極大の中心部分を取り上げることにする。

図 6 は太陽黄経 69~70 の間に観測された流星を時間系列で並べて、30 個ごとの時間間隔を求め、それから太陽黄経 1 度当たりの出現数に換算している。細かい増減を繰り返しているが、突出しているのは太陽黄経 69.417、5 月 31 日 04h14m(UT)で、太陽黄経 1 度当たりの出現数は 13580 個に達したと推定される。これは輻射点高度の補正をしていないが、HR=565、1 分あたりで 10 個近い流星が出現したことになる。しかし、その継続時間は短く、2 時間後には HR は 200 程度に減少していた。日本で観測される頃には 100 分の 1 以下であったことになる。

ここで、図 6 で表されている流星がどこで観測されたのか、太陽黄経と出現点の経度の関係を見てみよう（図 7）。図 6 で太陽黄経 69.3~4 の間で減少が見られるが、これは観測に適した地点が大西洋上にある時間帯でヨーロッパから北アメリカに観測地点が移動しているためだと考えられる。北アメリカの観測点で大西洋側（アメリカ東岸）は観測地点が少なく、西岸に多いこともわかる。予報通り、北アメリカ西岸が今回の観測適地であったことが確認できる。また、上に示した極大時刻もアメリが西岸の観測によるものであることも分かる。

表 6 に GMN の観測から求めた輻射点と軌道要素の推算値を示す。輻射点は 1 日当たり 5 度という大きな速度で北上していたことが分かる。状況は 1930 年でも同様であったと考えられ、1930 年の観測は不自然だということになる。

軌道要素では、近日点の黄経、黄緯（λ_Π, β_Π）及び、軌道半長径 a がほぼ一定であったとみられる。近日点方向を軸として軌道が回転して、軌道傾斜角 i が増加したために輻射点が北上したものであろう。

表 6：GMN の観測による輻射点及び軌道要素の推算値。

λs	λ-λs	β	α	δ	Vg	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
65.0	128.8	12.6	197.6	6.1	9.8	0.607	0.982	3.3	203.3	65.0	268.2	-1.3	2.50
66.0	128.1	18.0	200.0	11.0	10.2	0.624	0.983	4.9	202.6	66.0	268.6	-1.9	2.62
67.0	127.3	23.5	202.4	15.9	10.5	0.636	0.985	6.4	201.9	67.0	268.8	-2.4	2.71
68.0	126.5	28.9	204.9	20.8	10.9	0.643	0.987	8.1	201.0	68.0	268.8	-2.9	2.76
69.0	125.7	34.3	207.5	25.7	11.2	0.643	0.990	9.7	200.0	69.0	268.7	-3.3	2.77
69.1	125.6	34.9	207.8	26.2	11.3	0.643	0.990	9.9	199.9	69.1	268.7	-3.3	2.77
69.2	125.5	35.4	208.0	26.7	11.3	0.642	0.990	10.1	199.7	69.2	268.7	-3.4	2.77
69.3	125.4	36.0	208.3	27.2	11.3	0.642	0.991	10.2	199.6	69.3	268.6	-3.4	2.77
69.4	125.3	36.5	208.6	27.7	11.4	0.642	0.991	10.4	199.5	69.4	268.6	-3.5	2.77
69.5	125.2	37.0	208.8	28.2	11.4	0.641	0.991	10.6	199.4	69.5	268.6	-3.5	2.76
69.6	125.1	37.6	209.1	28.7	11.4	0.641	0.992	10.7	199.3	69.6	268.6	-3.5	2.76
69.7	125.0	38.1	209.4	29.2	11.5	0.640	0.992	10.9	199.2	69.7	268.5	-3.6	2.75
69.8	124.9	38.7	209.7	29.6	11.5	0.639	0.992	11.1	199.0	69.8	268.5	-3.6	2.75
69.9	124.8	39.2	209.9	30.1	11.5	0.638	0.993	11.2	198.9	69.9	268.5	-3.6	2.75
70.0	124.7	39.8	210.2	30.6	11.6	0.638	0.993	11.4	198.8	70.0	268.4	-3.7	2.74
71.0	123.5	45.2	213.1	35.5	11.9	0.626	0.996	13.1	197.4	71.0	268.0	-3.9	2.66
72.0	122.1	50.6	216.1	40.3	12.3	0.608	1.000	14.8	195.8	72.0	267.3	-4.0	2.55
73.0	120.4	56.0	219.5	45.2	12.7	0.583	1.003	16.5	194.0	73.0	266.4	-3.9	2.41
74.0	118.1	61.3	223.2	49.9	13.0	0.552	1.007	18.1	191.8	74.0	265.2	-3.7	2.25
75.0	114.8	66.6	227.5	54.6	13.4	0.515	1.010	19.8	189.2	75.0	263.7	-3.1	2.08

２０２２年の８月の４５P彗星関連の突発群の出現と光度変化と軌道とスペクトル等(関口孝志)

１.今回の突発群は、Mikhail Maslovの予想通り、45Ｐの１９８０年ダストトレイルの出現を捉えることができたといえそうです。

２.TV観測の単点方法で顕著な突発を捉えることができた。

３.明るい流星が多かったが天候が悪く同時流星が少なかった。

４.軌道の分布で突発出現と南群の両方が捉えられた。

５.特徴的な光度変化は、高層大気の特異点付近で起こっていた。

６.スペクトルも撮影でき、Normalタイプであることが分かった。

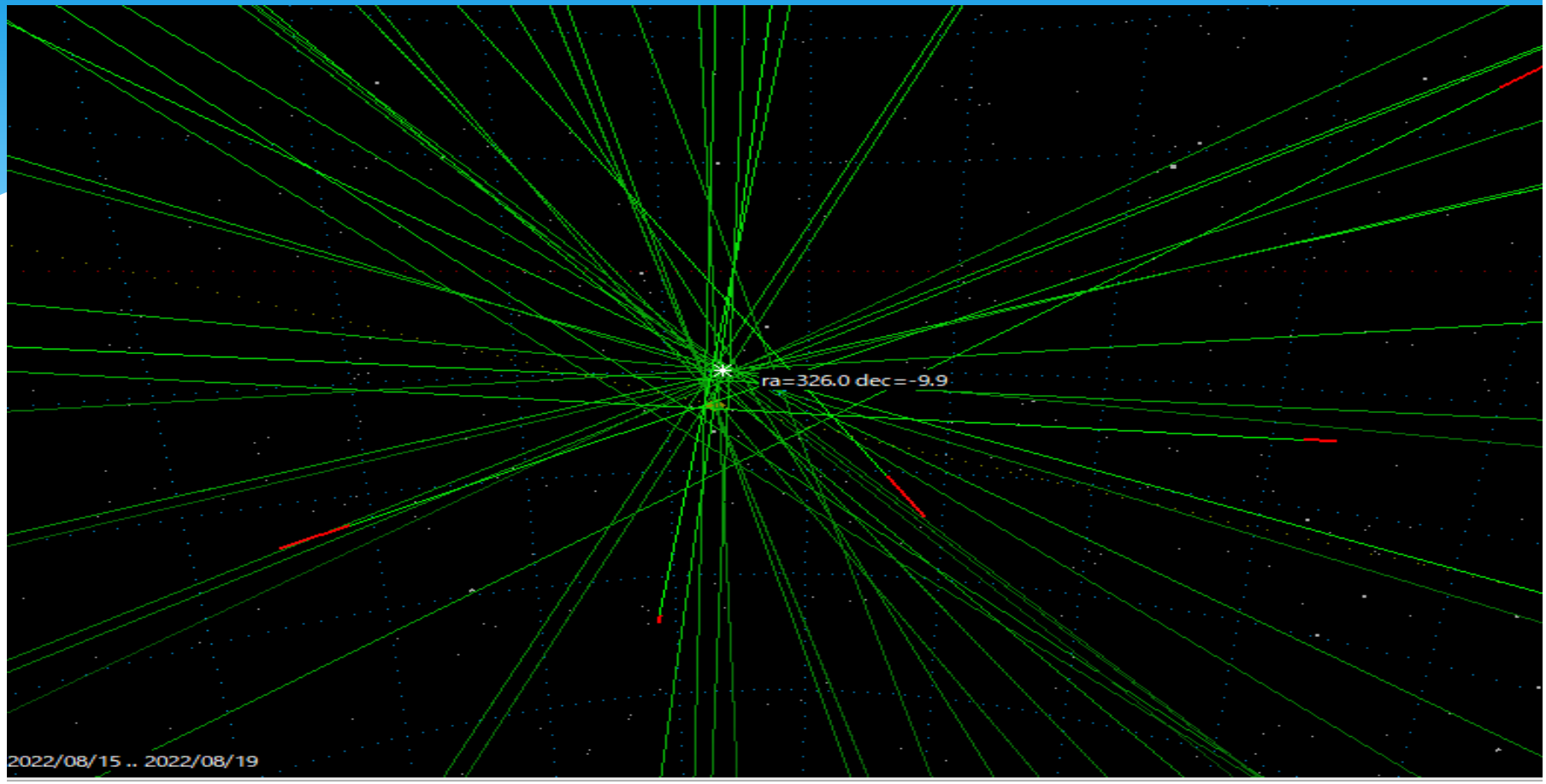
７.母天体は、45Pであると思われる。

８.突発群の南群がADC群であることが分かったが母天体は、絞れなかった。

流星物理セミナー資料　20220826　関口

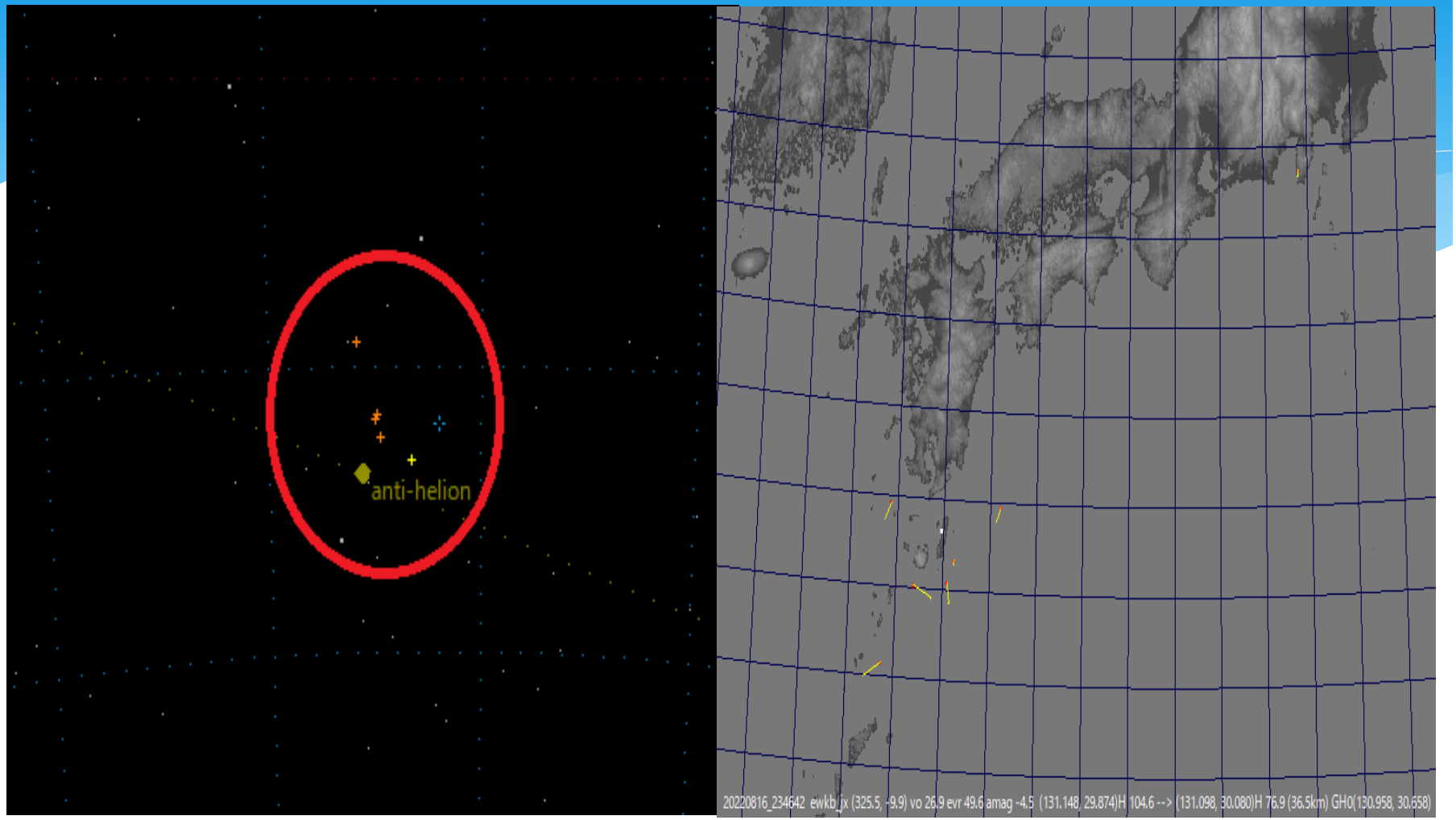
2022年の8月16/17日と17/18日の45P彗星関連の突発群(やぎ座北群C)の出現の様子と軌道とスペクトルと光度変化等

TV観測の様子



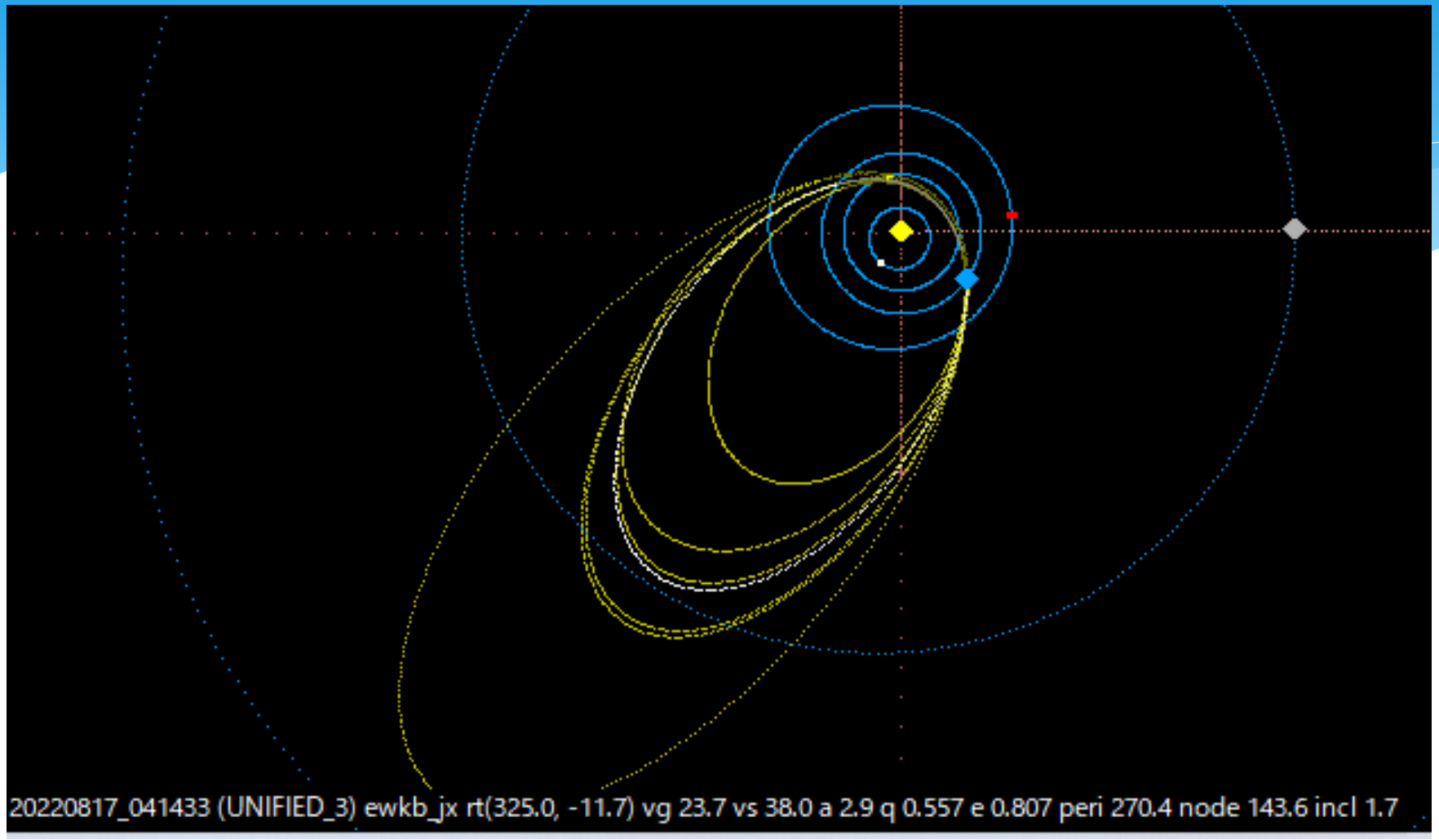
SonotaCo Network Japan Forumからの突発群関連と思われる流星は、８月１６/１７日から１９/２０日だけ観測されています。はじめに沖縄のHattori氏が単点での観測で気づきトピックを作成され、前田氏のデータがアップされて同時流星が６つほど検出されました。単点では、輻射点　α　３２６度　δ　－１０度付近から多く検出されましたが関東が天気が悪くほとんど同時観測されていません。１６/１７日と１７/１８日に明らかな突発がTV観測で観測されています。

TV観測の同時流星の結果



SonotaCo Network Japan Forumからの突発群関連と思われる同時流星は、８月１６/１７日から１９/２０日だけで７個観測されています。そのうちの６個は、沖縄のHattori氏と宮崎県の前田氏のものでした。さらに、このうちの４個がとても輻射点が集中しています。

TV観測の同時流星の軌道



突発群関連と思われる同時流星の７個の軌道図です。木星軌道の近くの４個が輻射点がよく集中していたものです。速度により軌道の広がりがみられます。

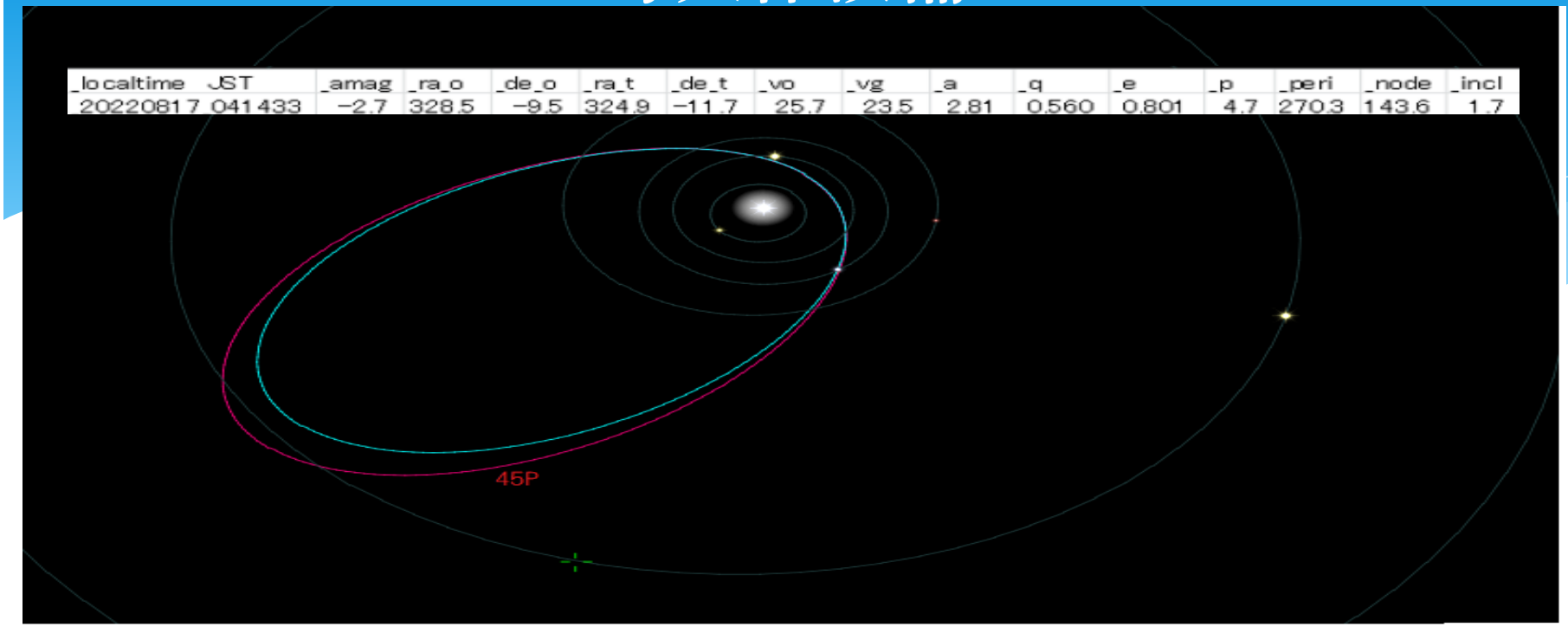
TV観測の同時流星の軌道一覧

localtime	sol	amag	ra_t	de_t	vg	a	q	e	p	peri	node	incl	shower	mag	Qo	dur	H1	H2
20220816_193802	143.3	-2.2	324.8	-12.4	23.6	2.9	0.56	0.80	4.8	270.3	143.2	1.2	ewkb_jx	-0.1	8.5	1.5	94.5	84.3
20220816_234642	143.4	-4.5	325.0	-11.8	24.4	3.2	0.55	0.83	5.8	270.7	143.4	1.7	ewkb_jx	-2.4	4.5	1.4	104.6	76.9
20220817_003952	143.5	-2.8	325.9	-9.1	21.7	2.0	0.56	0.73	2.9	274.0	143.4	3.3	ewkb_jx	-1.0	2.5	0.3	88.9	83.4
20220817_013405	143.5	-3.5	324.9	-11.6	24.3	3.2	0.55	0.83	5.7	270.6	143.5	1.8	ewkb_jx	-1.5	5.7	1.0	100.8	81.4
20220817_015025	143.5	-3.6	323.3	-13.3	25.1	4.8	0.57	0.88	10.6	266.7	143.5	1.0	ewkb_jx	-1.5	2.4	1.1	96.5	73.0
20220817_041433	143.6	-2.8	325.0	-11.7	23.7	2.9	0.56	0.81	4.9	270.4	143.6	1.7	ewkb_jx	-0.1	7.0	1.6	93.5	76.1
20220820_000048	146.3	0.8	323.8	-12.7	24.2	5.0	0.60	0.88	11.1	262.5	146.3	1.2	ewkb_jx	1.8	1.1	0.4	84.6	77.0
M2022-Q1の平均軌道	143.9	-2.7	324.7	-11.8	23.9	3.4	0.56	0.82	6.5	269.3	143.9	1.7	ewkb_jx	-0.7	4.5	1.0	94.8	78.9
20220815_000424	141.5	-0.4	324.4	-21.3	26.6	7.5	0.55	0.93	20.4	86.8	321.5	5.9	ADC_ia	0.8	5.0	0.8	96.9	77.6
20220816_002415	142.5	0.2	326.6	-20.8	23.3	2.8	0.57	0.80	4.7	89.0	322.5	5.4	ADC_ia	0.2	15.6	1.1	98.5	80.6
20220816_004422	142.5	-0.2	322.9	-22.8	21.4	2.8	0.64	0.77	4.7	81.6	322.5	5.3	ADC_ia	-0.1	6.2	1.0	94.2	81.4
南群の平均軌道	142.2	-0.1	324.6	-21.6	23.7	4.4	0.59	0.83	9.9	85.8	322.2	5.5	ADC_ia	0.3	8.9	1.0	96.5	79.9

突発群関連と思われる同時流星の７個の軌道一覧等です。黄色の４個が輻射点がよく集中していたものです。下にこの群とperiとnodeと１８０度違う南群も３個、１５/１６日に集中していました。IAUリストのADCにあたるものです。

母天体候補

_localtime JST	_amag	_ra_o	_de_o	_ra_t	_de_t	_vo	_vg	_a	_q	_e	_p	_peri	_node	_incl
20220817 041433	−2.7	328.5	−9.5	324.9	−11.7	25.7	23.5	2.81	0.560	0.801	4.7	270.3	143.6	1.7



Num	Name	a	e	q	i	ω	Ω	D判定	Tj
0	基準天体	2.81	0.801	0.560	1.70	270.30	143.60	0.00	2.73
45	45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova	3.03	0.824	0.533	4.25	326.28	88.98	0.07	2.58
重野氏のRVO	45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova	3.03	0.824	0.533	2.60	272.80	142.40	0.04	2.58
重野カタログ EN04	αCap_N_C	2.55	0.790	0.530	4.00	275.00	142.00	0.19	2.91

λ_Π	β_Π	α	δ	Vg	parent
53.90	−1.70				
55.34	−2.36				
55.20	−2.60	324.8	−10.9	24.6	8月16日
57.01	−3.98	325.0	−9.0	24.0	8/15

突発群と思われる同時流星の軌道からD判定で検索したら45Ｐがヒットしました。しかし、彗星カタログの軌道要素のperiとnodeが昇交点で５０度違うので重野氏のRVOで降交点を求めたら、ばっちりと合いました。また、45Pは、やぎ群の母天体候補なので重野さんの１９９５年の流星群カタログのやぎ群の輻射点が３つあったので比べました。その結果、北群のCと軌道がよく一致していました。そこで、今回の突発は、45Pが母天体であると思いました。

母天体候補2

1	Name	a	e	q	i	ω	Ω	D判定	Tj	λ_Π	β_Π	α	δ	Vg
2	45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova	3.03	0.824	0.533	2.60	272.80	142.40	0.00	2.58	55.20	-2.60	324.8	-10.9	24.60
3	_20220812_222815	2.48	0.812	0.466	2.38	281.80	139.52	0.11	2.90	61.34	-2.33	326.3	-10.9	25.61
4	_20220815_011515	2.08	0.786	0.446	0.77	285.78	141.54	0.20	3.28	67.32	-0.74	330.6	-11.2	25.13
5	_20220816_193802	2.87	0.806	0.556	1.35	270.53	143.24	0.04	2.69	53.77	-1.35	324.8	-12.2	23.65
6	_20220816_234642	3.25	0.831	0.549	1.59	270.47	143.41	0.03	2.48	53.88	-1.59	324.9	-12.0	24.39
7	_20220817_003952	2.02	0.726	0.554	3.39	274.37	143.45	0.11	3.43	57.83	-3.38	326.0	-8.9	21.80
8	_20220817_013405	3.16	0.826	0.550	1.81	270.55	143.48	0.03	2.52	54.04	-1.81	324.9	-11.7	24.26
9	_20220817_015025	4.50	0.875	0.564	1.00	267.00	143.50	0.10	2.05	50.50	-1.00	323.9	-12.6	29.43
10	_20220817_041433	2.81	0.801	0.560	1.71	270.28	143.59	0.04	2.73	53.87	-1.71	324.9	-11.7	23.46
	20220820_000048	5.00	0.880	0.600	1.20	262.50	146.30	0.13	1.97	48.80	-1.19	323.8	-12.7	24.2

上の表は、突発群関連と思われる同時流星の１０個の軌道一覧等です。母天体を45PとしてD判定しました。下の表は、Lexell彗星の軌道要素一覧です。Ωが５０度違います。

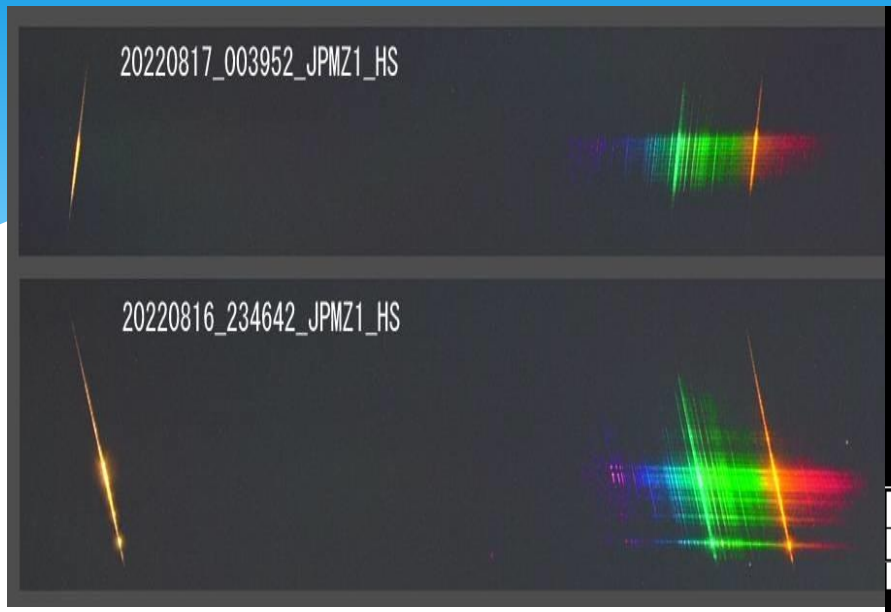
Num	Name	a	e	q	i	ω	Ω	D判定	Tj	λ_Π	β_Π	α	δ	Vg	parent
JENNISKENS	平均軌道	3.16	0.823	0.547	1.90	270.70	143.20	0.00	2.56	53.90	-1.90	324.7	-11.6		
1770	Lexell	3.15	0.786	0.674	1.40	225.00	134.50	0.75	2.61	359.49	-0.99	275.6	-21.3	21.0	7/5
RVO 1770	Lexell	3.15	0.786	0.674	1.40	256.50	103.00	0.75	2.61	359.50	-1.36				

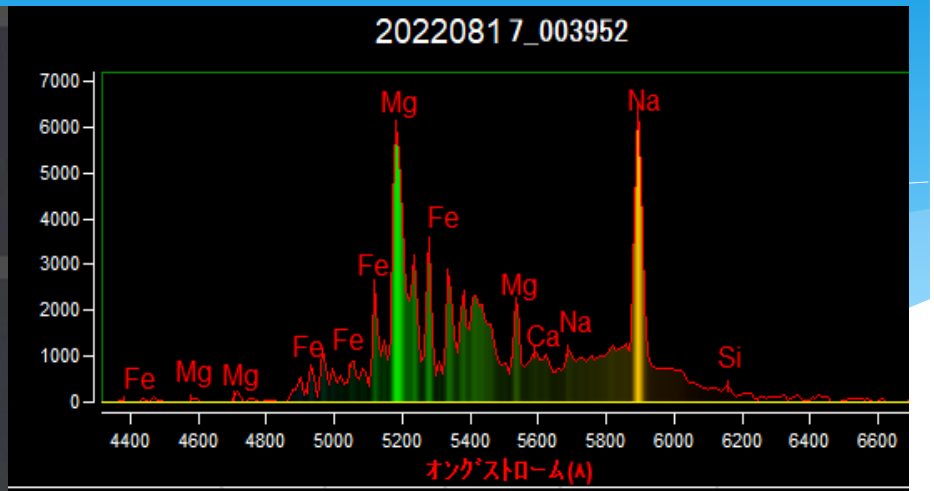
突発群と思われる同時流星の軌道一覧から下の表のこの群とperiとnodeと１８０度違う南群も３個が１５/１６日に集中していました。IAUリストのADCにあたるものです。母天体候補は、絞り切れませんでした。

_localtime	_sol	_amag	_ra_t	_de_t	_vg	_a	_q	_e	_p	_peri	_node	_incl	_shower	_mag	_Qo	_dur	_H1	_H2
_20220815_000424	141.5	-0.4	324.4	-21.3	26.6	7.5	0.55	0.93	20.4	86.8	321.5	5.9	_ADC_ia	0.8	5.0	0.8	96.9	77.6
_20220816_002415	142.5	0.2	326.6	-20.8	23.3	2.8	0.57	0.80	4.7	89.0	322.5	5.4	_ADC_ia	0.2	15.6	1.1	98.5	80.6
_20220816_004422	142.5	-0.2	322.9	-22.8	21.4	2.8	0.64	0.77	4.7	81.6	322.5	5.3	_ADC_ia	-0.1	6.2	1.0	94.2	81.4
南群の平均軌道	142.2	-0.1	324.6	-21.6	23.7	4.4	0.59	0.83	9.9	85.8	322.2	5.5	_ADC_ia	0.3	8.9	1.0	96.5	79.9

Num	Name	a	e	q	i	ω	Ω	D判定	Tj	λ_Π	β_Π	α	δ	Vg	極大日
0	基準天体	2.81	0.797	0.571	5.40	89.00	322.50	0.00	2.73	51.50	5.40				
2009	DV	1.93	0.726	0.529	4.13	76.02	333.80	0.09	3.53	49.79	4.01	319.4	-20.8	22.3	8/4
2017	QT1	2.51	0.747	0.635	1.18	99.74	312.23	0.11	3.00	51.97	1.16	327.9	-14.8	20.7	8/22
2019	CD2	2.45	0.748	0.618	6.74	113.46	304.89	0.12	3.03	58.50	6.18	336.0	-19.2	21.2	8/27
#199	ADC	2.41	0.753	0.597	2.80	87.30	327.00	0.08	3.05	54.30	2.80	328.7	-16.0	21.6	8/19

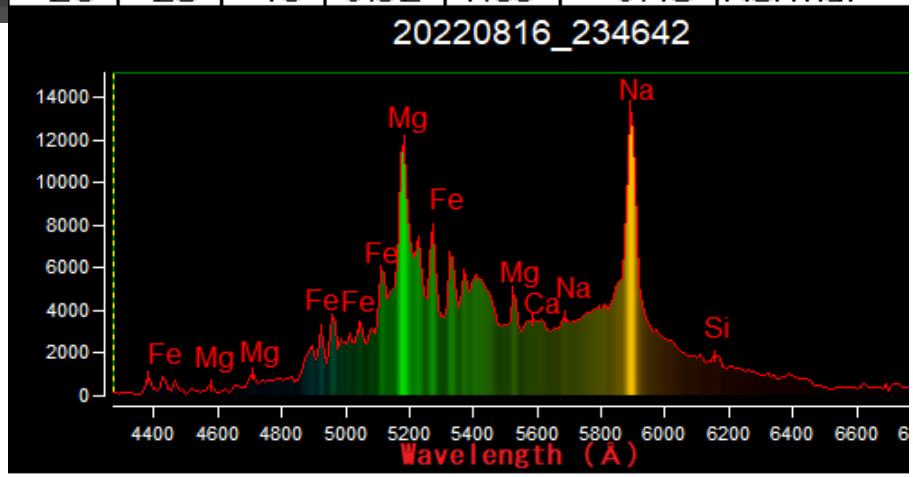
得られた同時流星のスペクトル2個からわかること





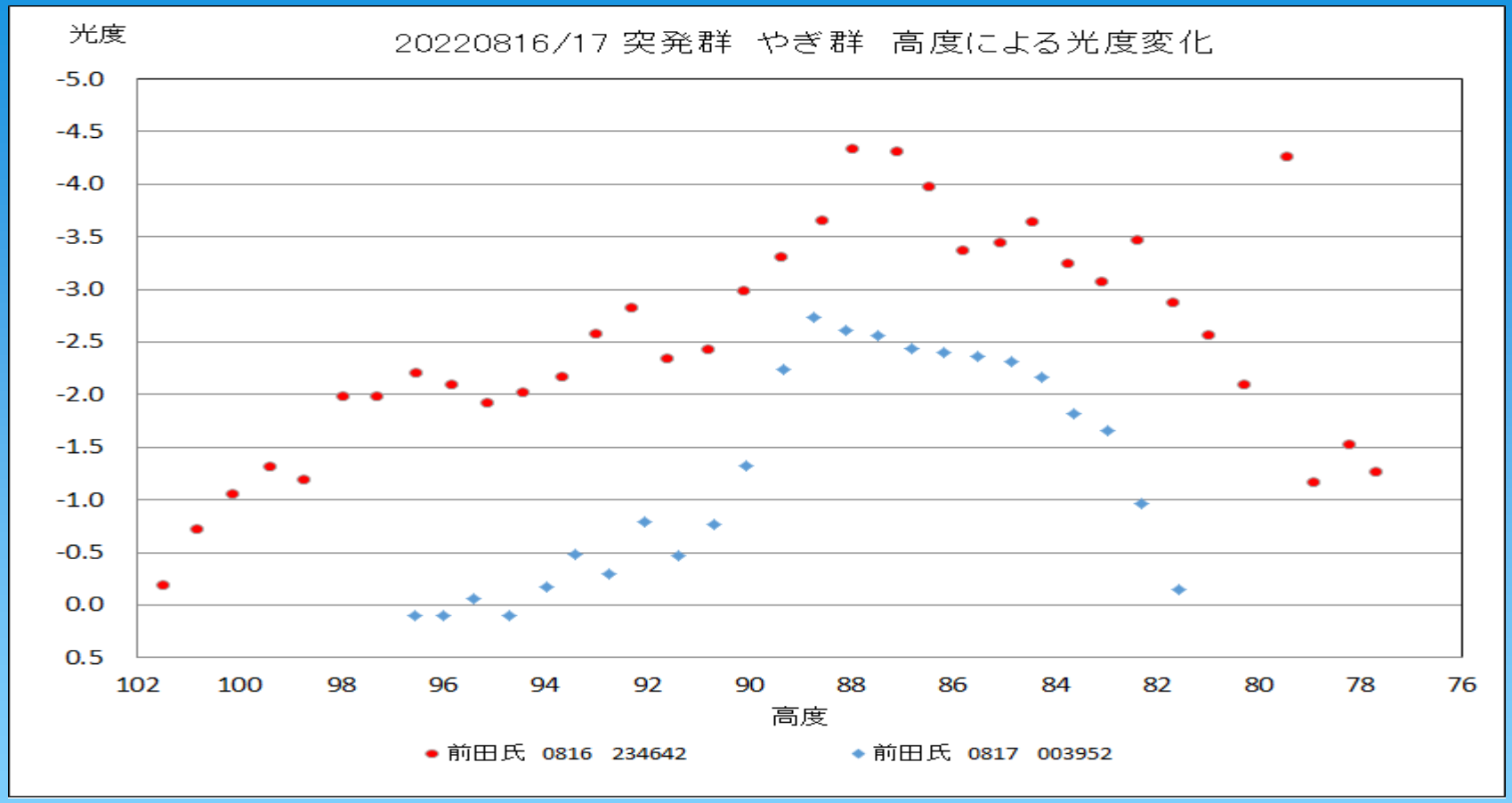
Na%	Mg%	Fe%	Na/Mg	Fe/Mg	Na/	タイプ
					(Mg+Na)	論文2005
26	28	46	0.92	1.65	0.48	Normal

今回の突発群と思われる流星で同時になったスペクトルは、上の２個のみです。ともに前田さんのスペクトルです。ともに爆発後に多くの輝線がみえます。どちらもタイプは、Normalです。同定された輝線は、ほとんど同じでした。この２つの流星は、集中した輻射点から出現しています。やぎ群のスペクトルの組成比の三角図の結果と位置が近く似ています。



Na%	Mg%	Fe%	Na/Mg	Fe/Mg	Na/	Type
					(Mg+Na)	
30	23	46	1.31	2.00	0.57	Norma

スペクトルが得られた同時流星の高度による光度変化



前田氏のスペクトルが得られた同時流星の突発群の特徴ある光度変化をグラフ化しました。TV同時流星から光度と高度をUFOOrbitV2で計算してグラフを作成しました。大きな爆発は、８７km付近と７９km付近です。９６kmと９２kmと８４kmと８２km付近でも増光がみられます。９２kmと８７km付近は、大気の特異点です。ともに８７km付近の特異点で大きな増光が起きています。

まとめと参考資料

１.今回の突発群は、Mikhail Maslovの予想通り、45Ｐの１９８０年ダストトレイルの出現を捉えることができたといえそうです。

２.TV観測の単点方法で顕著な突発を捉えることができた。

３.明るい流星が多かったが天候が悪く同時流星が少なかった。

３.軌道の分布で突発出現と南群の両方が捉えられた。

４.特徴的な光度変化は、高層大気の特異点付近で起こっていた。

５.スペクトルも撮影でき、Normalタイプであることが分かった。

６.母天体は、45Pであると思われる。

７.突発群の南群がADC群であることが分かったが母天体は、絞れなかった。

参考資料(画像、軌道計算結果、論文、観測情報のリンク先等)
https://sonotaco.jp/forum/viewtopic.php?t=5234
https://www.imo.net/unknown-meteor-shower-outburst-on-aug-16-17/

要旨

ペルセウス群の初期活動とZCSペルセウス群の二重構造(小関正弘)

ペルセウス群の活動曲線が二重構造を示すことは以前から知られていたが、GMN のデータを用いて極大期と初期の活動に分解して調査した。輻射点移動に両者では微妙な違いがあり、初期の活動から得られた輻射点の位置と #0444ZCS の輻射点移動を比べることにより、ほぼ太陽黄経117 度（およそ7 月20 日）を境にしてZCS とペルセウス群の活動が切り替わる（判別できる）ことが示された。観測流星数が多い、ふたご群としぶんぎ群の例を挙げ、このような二重（(多層）構造は多くの流星群が一般的に持っていると考えられることを指摘した。

ペルセウス群の初期活動と ZCS
―――ペルセウス群の二重構造

MSSonline 2023/12/23
日本流星研究会　小関正広

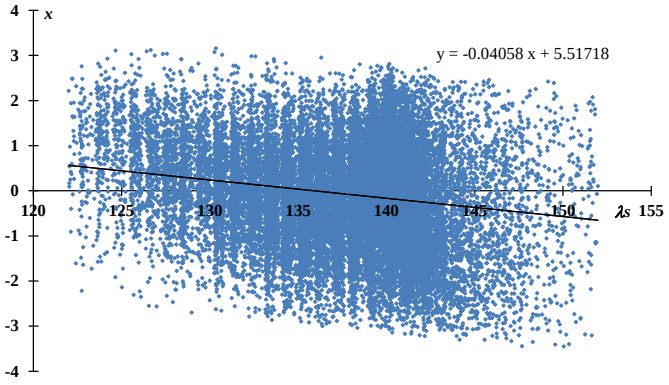
要旨

ペルセウス群の活動曲線が二重構造を示すことは以前から知られていたが、GMN のデータを用いて極大期と初期の活動に分解して調査した。輻射点移動に両者では微妙な違いがあり、初期の活動から得られた輻射点の位置と#0444ZCS の輻射点移動を比べることにより、ほぼ太陽黄経 117 度（およそ 7 月 20 日）を境にして ZCS とペルセウス群の活動が切り替わる（判別できる）ことが示された。

観測流星数が多い、ふたご群としぶんぎ群の例を挙げ、このような二重（多層）構造は多くの流星群が一般的に持っていると考えられることを指摘した。

１．はじめに

GMN のデータを用いて、先に MSSonline に発表した流星群表の改訂版を作成している中でペルセウス群の輻射点移動が単純ではないことに気づいた。

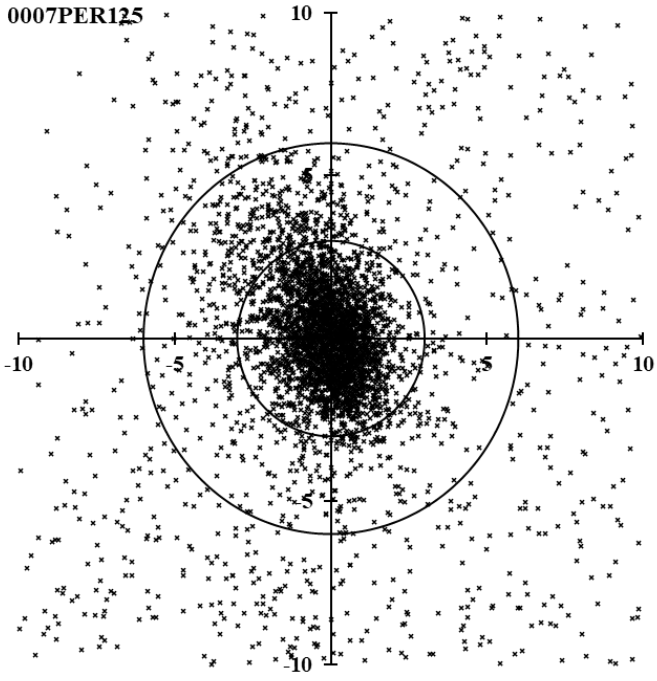


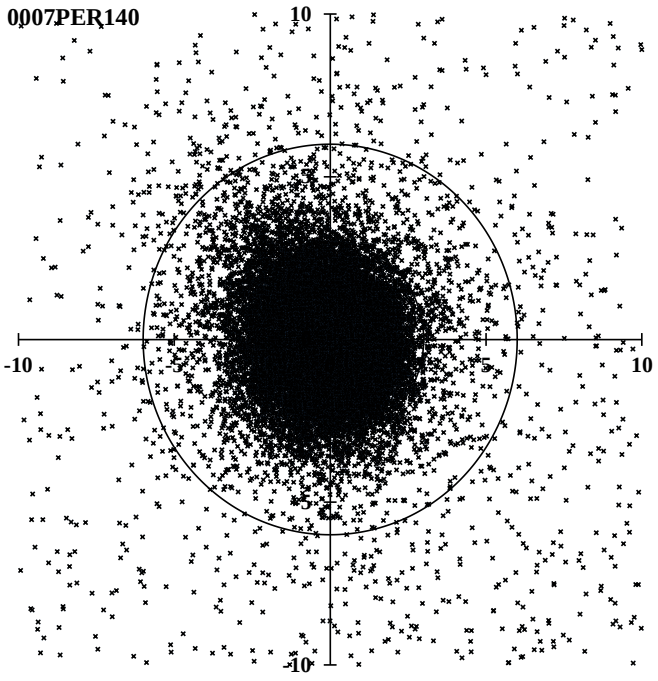
右図はペルセウス群の輻射点を(λ-λs, β)=(283.15, 38.27)を中心とする半径 3 度以内に入るλs=122~152 の流星について輻射点移動を求める際に作成したものである。縦軸 x はλ-λs 方向の移動を示し、直線は全体の直線回帰を示している。太陽黄経 130 度より前の部分で観測された輻射点が上側にずれているように見える。なお、ここで用いた GMN の観測は 2019~22 年の観測であるが、ヨーロッパ・アメリカが中心の観測網であり、しかも実質的には 2022 年の観測量が優越しているため、観測数が少ない時間帯によって図が櫛状になっている。

後述するように、ペルセウス群の活動曲線の前期に「肩」あるいは「こぶ」があることは広く知られており、ペルセウス群の活動をλs=120~130 とλs=135~145 の２つの期間に分けて検討することにした。

２．初期活動と極大期の活動

２つのグループについて上に示したような回帰直線を束するまでその作業を繰り返して得られた輻射点分布は次のものである。





太陽黄経	中心位置	*xa*	*xb*	*ya*	*yb*	*Va*	*Vb*
120~130	282.58, 39.35	-0.111	14.2	-0.173	22.1	0.093	46.7
135~145	283.36, 38.36	-0.027	3.8	-0.054	7.6	0.006	58.0

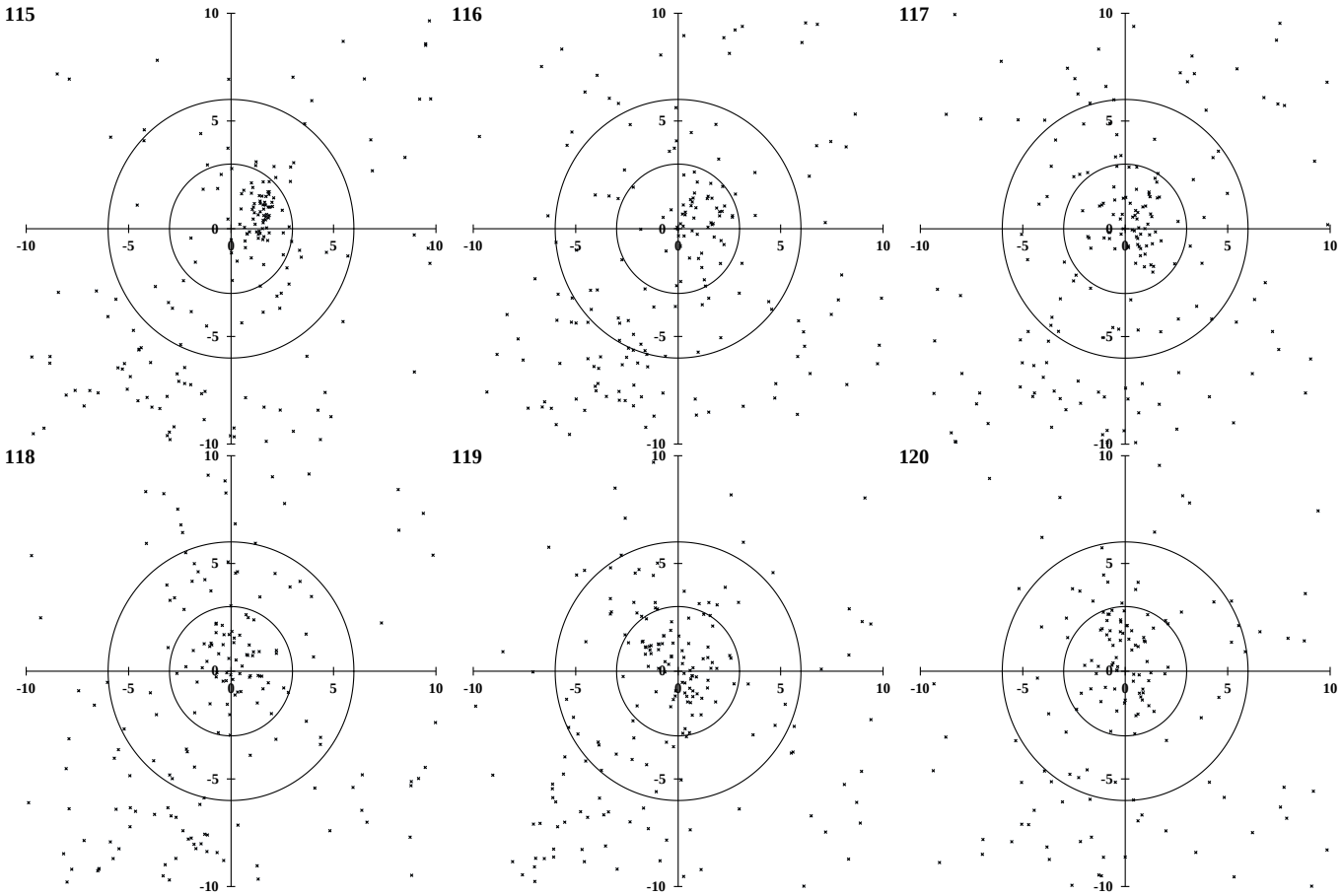
参考のために収束した回帰分析の結果から求められた輻射点と地心速度の予測値を示す。

	λs=120~130			λs=135~145			λs=122~152		
λs	α	δ	Vg	α	δ	Vg	α	δ	Vg
120	19.5	52.8	57.9	21.8	52.3	58.7	21.3	52.4	58.5
121	20.9	53.1	57.9	23.0	52.6	58.7	22.5	52.7	58.6
122	22.3	53.4	58.0	24.2	52.9	58.7	23.7	53.0	58.6
123	23.7	53.7	58.1	25.4	53.3	58.7	25.0	53.3	58.6
124	25.2	53.9	58.2	26.6	53.6	58.7	26.2	53.7	58.6
125	26.6	54.2	58.3	27.9	53.9	58.7	27.5	54.0	58.6
126	28.1	54.4	58.4	29.2	54.2	58.7	28.8	54.3	58.6
127	29.6	54.7	58.5	30.4	54.5	58.7	30.1	54.6	58.6
128	31.1	54.9	58.6	31.7	54.8	58.7	31.4	54.9	58.6
129	32.6	55.2	58.7	33.0	55.1	58.7	32.7	55.2	58.7
130	34.2	55.4	58.8	34.4	55.4	58.7	34.1	55.5	58.7

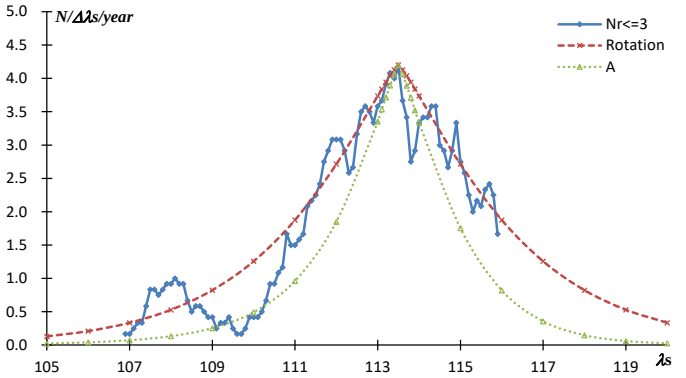
違いはそれほど大きなものではないが、一般的に用いられるペルセウス群全体の値(λs=122~152)に比べてもλs=120 に於いて赤経方向で 2 度ほどの違いが見られる。

３．ZCS との境界

初期活動から予想される輻射点の位置を中心とした輻射点分布を示すと次のようになる。

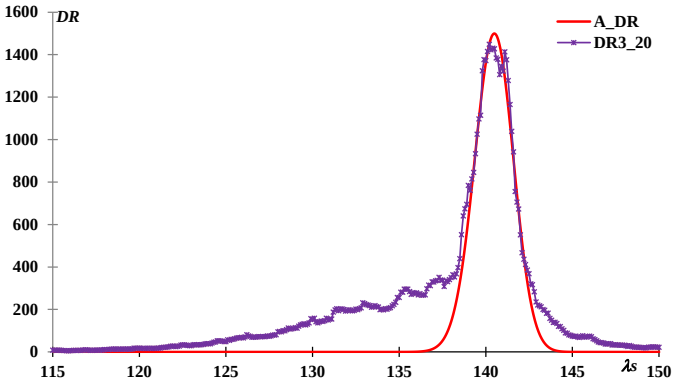


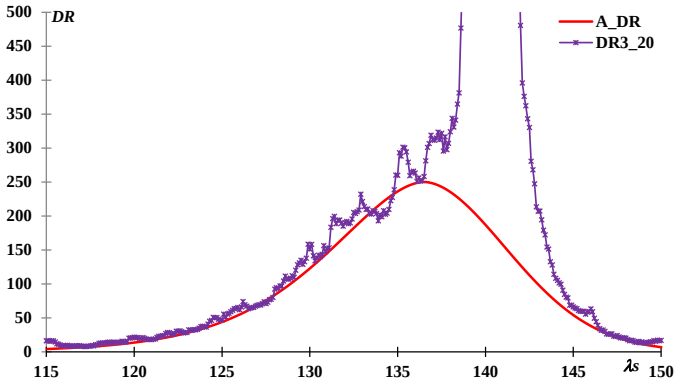
λs=115 で中心円の右側に見られるのは ZCS であり、λs=120 で中心部にあるのはペルセウス群である。この分布の違いから、λs<116 は ZCS、λs>118 はペルセウス群の活動と判断できることが分かる。λs=117 は両者が混在して判別は不可能である。そもそもこの時期の活動は両者とも散在流星の活動（２つの円の外側）をわずかに越える程度であり、円内の流星であっても散在流星である可能性は否定できない。



先に MSSonline で発表した SonotaCo ネットによる ZCS の活動曲線を示すが、この曲線の延長からもλs=117 が ZCS とペルセウス群の境界になることを確認できる。

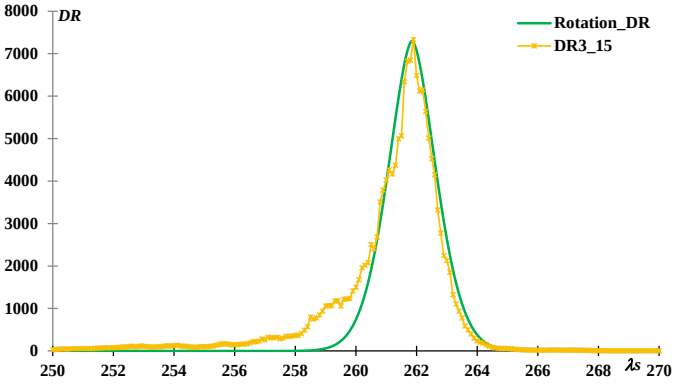
４．ペルセウス群の活動曲線

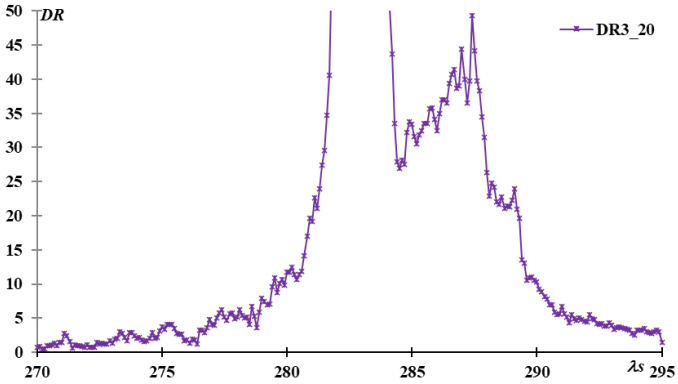




左の図はλs=122~152 の回帰分析から求められた輻射点移動の推定位置から 3 度以内の輻射点密度と輻射点から 15~20 度の範囲の輻射点密度の比(DR3_20)の変化を示したものであり、一般的な ZHR 曲線と類似したものである。従来から指摘されているようにペルセウス群の活動曲線は従来から指摘されているように曲線に「肩」あるいは「こぶ」がみられる。A_DR は極大時の軌道を基準として、前後の太陽黄経における軌道の変化量に応じた推定値を示している。右の図はλs=120~130 の回帰分析から求められた輻射点移動を基にした活動曲線の拡大図である。この場合の A_DR はλs=136.5 にもう一つの極大があると仮定した場合の推定値である。極大前後の活動曲線を良く表している。

５．ほかの流星群にみられる二重（多層）構造

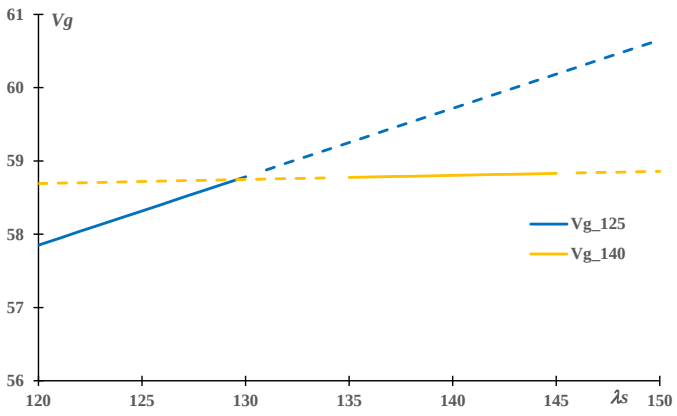




左は、ふたご群、右は、しぶんぎ群の活動曲線である。いずれについても極大付近とその前後では活動変化が一様でないことが分かる。この現象は流星群の生成が複成的なものであることを意味する。いずれは現在明瞭な極大を示しているものもなだらかになり、或いは、新たな極大を生成していくものと思われる。#0023EGE などは MSSonline の流星群表で示した活動曲線のように複数の極大をもち、年により極大の時期が数日の間で変化する。流星群という存在から散在流星に移行していく過程を示しているものであろう。

６．検討

「２.初期活動と極大期の活動」で示したペルセウス群の初期活動の輻射点分布は左上に伸びた形状をもち、極大期の分布とは区別される。また、地心速度の変化について下図示すが、活動初期(Vg_125)と極大期(Vg_140)とでは明らかな違いがある（実線部分が回帰分析の結果で破線はそれの延長)。従って、両者の軌道にもかなりの違いが見られるが、起源的に、或いは、母天体からの放出時期（従って太陽放射にさらされた期間の長さ）に違いがあるのかを検討するにはまだ資料が十分ではない。発光点高度や光度比に違いがあるのか、さらにスペクトルはどうなのかと検討すべき課題は多く残されている。



ビデオ観測による流星群データ集(小関正広)
先にSonotaCoネットのデータにより作成した「流星群データ集」の改訂増補を
Global Meteor Network (GMN) のデータを用いて行った。使用したGMN(Global
Meteor Network)の流星数は760874個であり、前回の2007~2018年のSonotaCo
ネットの流星数284273個より大幅に増加したこと及び南天の観測が含まれる
ようになったことから検出された流星群数は82個から118個に増加した。
まとめのデータは表I-7に示した通りである。

ビデオ観測による流星群データ集

MSSonline
2023/Mar./30
日本流星研究会　小関正広

要旨

先に SonotaCo ネットのデータにより作成した「流星群データ集」の改訂増補を Global Meteor Network (GMN) のデータを用いて行った。使用した GMN(Global Meteor Network)の流星数は 760874 個であり、前回の 2007~2018 年の SonotaCo ネットの流星数 284273 個より大幅に増加したこと及び南天の観測が含まれるようになったことから検出された流星群数は 82 個から 118 個に増加した。まとめのデータは表 I-7 に示した通りである。

はじめに

３年ほど前に SonotaCo ネットのデータを使用して「流星群データ集」を MSS で発表した。その後、GMN の活動が南半球も含めて活発に行われるようになり、現在では百万件を超えるデータが蓄積されるようになった。今回は GMN の 2023 年 2 月までのデータ(2023-02-25 00:35:46.416729 UTC)を用いて先に発表した「流星群データ集」の改訂増補を試みることとした。GMN は観測数が急激に増加している途中であり、SonotaCo ネットに比べて年ごとの観測数に大きな偏りがあるという特性を持っている。

本稿は３部構成で、I. 調査方法及び調査結果の概要、II. 注意が必要な流星群、III. 輻射点分布図と活動曲線からなる。I.では極大における輻射点と地心速度及び軌道要素を表 I-7 に示した。II.では IAUMDCSD で混乱のあるものを中心に I.と III.だけでは誤解を生む可能性のある流星群について説明した。III.では SonotaCo ネットと GMN での「流星群の定義」の違いについても触れる。

I. 調査方法及び調査結果の概要

１．調査方法

IAUMDCSD(March 29, 20:00:00 UTC, 2023 改定版)に掲載されているもの全てについて 10 段階に格付けしたものを eMeteoorNews に発表したが、そのうちで評価が 8 以上のものについて取り上げる。基本的には DR の平均が 5 以上かつ、極大における 1 日当たりの流星数が 10 以上のものである。また、7 以下のものでも興味深い活動についてはその一部について検討した。

調査項目は前回と同様であるが、オリオン群を例として調査手順を説明する。

１．１．IAUMDCSD のリストの中で代表的と思われるデータを選択する。

オリオン群のように記載されているデータがよく一致している場合には最初の報告を使用する。

0008ORI00: λs=208.7, λ-λs=246.56, β=-7.45

１．２．輻射点の位置(λ-λs, β)が太陽黄経により変化しないとして仮の輻射点分布、活動グラフを作成する。

図 I-1(a)と図 I-2(a)に元データをそのまま用いた輻射点分布と活動グラフを示す。輻射点分布を(α, δ)座標上で表すと、輻射点の移動量が大きくなり、天球の球面座標を平面上の直線近似に無理が生じる。(λ-λs, β)座標

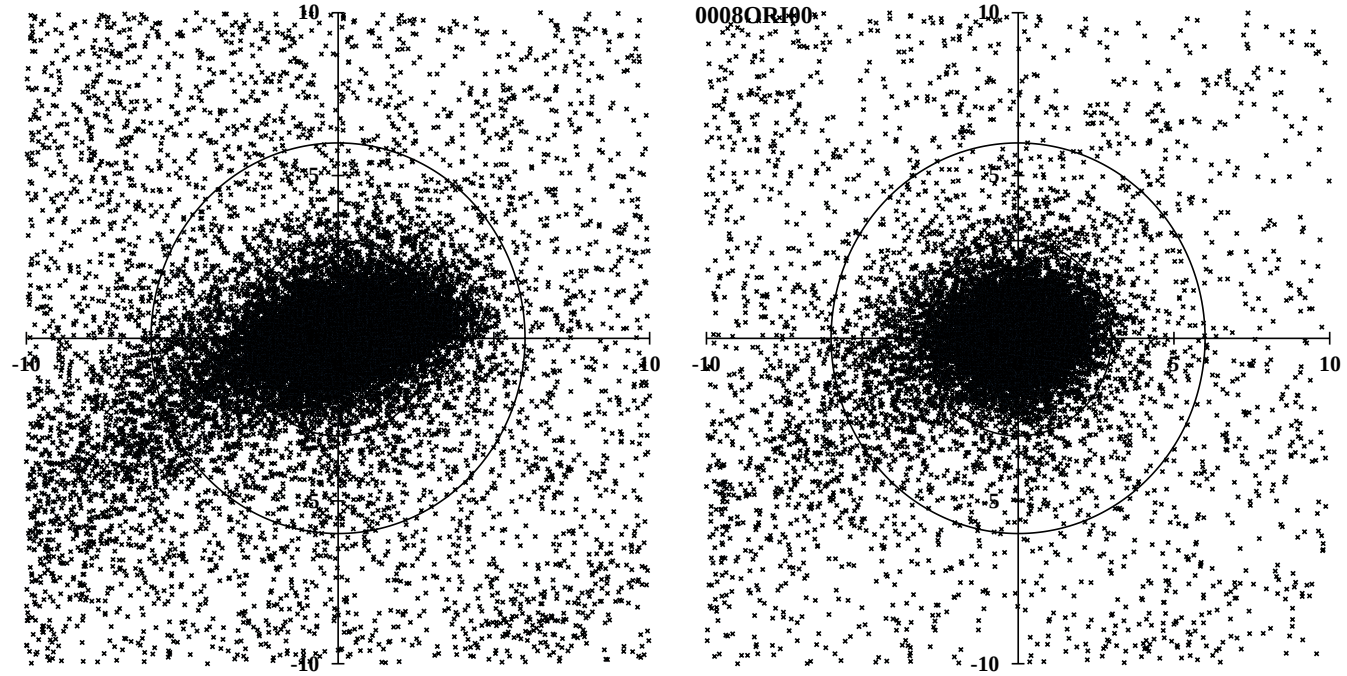


図 I-1：左側は元データそのまま(a)、右側は輻射点移動を考慮したもの(b)。

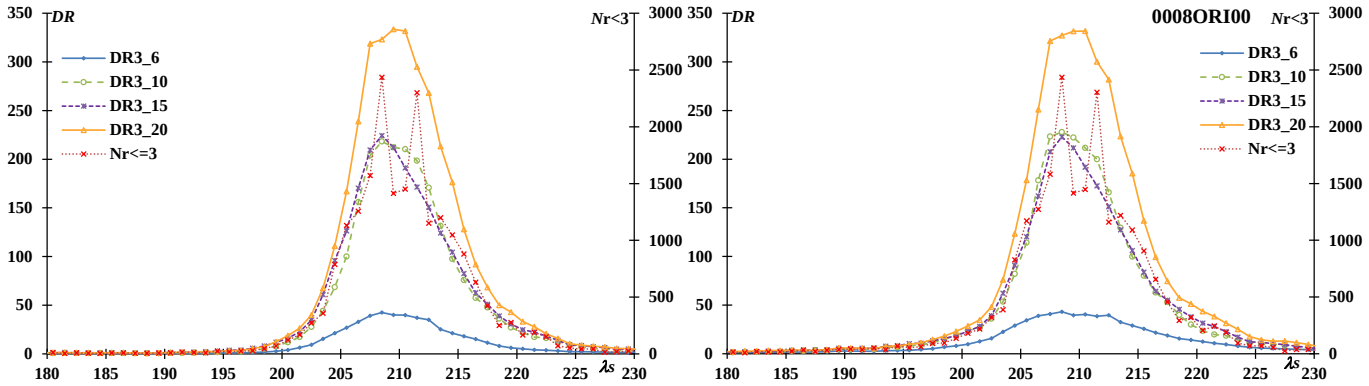


図 I-2：左側は輻射点が黄道座標で固定されているとするもの(a)、右側は輻射点移動を考慮したもの(b)。

を用いることにより、移動量が小さく、無理のない程度の直線近似が可能となる。なお、輻射点分布は初期値として$\Delta\lambda s$=10 すなわちλs=198.7~218.7 のデータによるものである。

１．３．活動グラフから活動期間を推定して、太陽黄経による輻射点の位置(λ-λs, β)と地心速度の変化を回帰分析によって求める。

活動グラフから初期値として使用した$\Delta\lambda s$=10 が妥当と考えられるので、この範囲の観測について回帰分析を行う。その際に中心から 3 度以内に存在し、地心速度の回帰直線から±3(km/s)のデータを使用する。

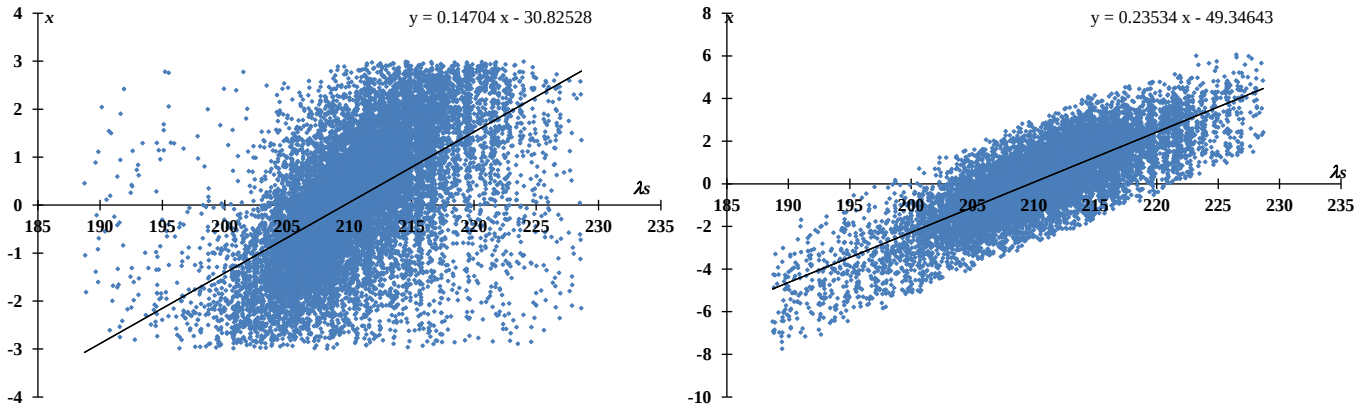


図 I-3：輻射点の *x* 座標の太陽黄経による変化。左は元データ(a)、右は回帰分析が収束した状態(b)。

数回の操作により、回帰直線は収束して一定の値になる（図 I-3b)。回帰直線の上下は中心から 3 度以内の輻射点を分析に採用しているため、切り取られている。

１．４．求めた輻射点移動をもとに、輻射点分布図と活動曲線を作成する。

回帰直線によって行われた輻射点移動の推定値を用いて輻射点分布と活動曲線を再計算したものがそれぞれ図 I-1b と図 I-2b である。

輻射点分布はほぼ円形になり、いわゆる「オリオン群の尻尾」が明確に示されている。また、図 4a に見るように 3.0 度以内にオリオン群の輻射点の 80%、5.6 度まで含めると 90%が含まれることが分かる。本調査で中心から 3 度以内の輻射点を流星群に帰属するとみなしていることの妥当性が示される。

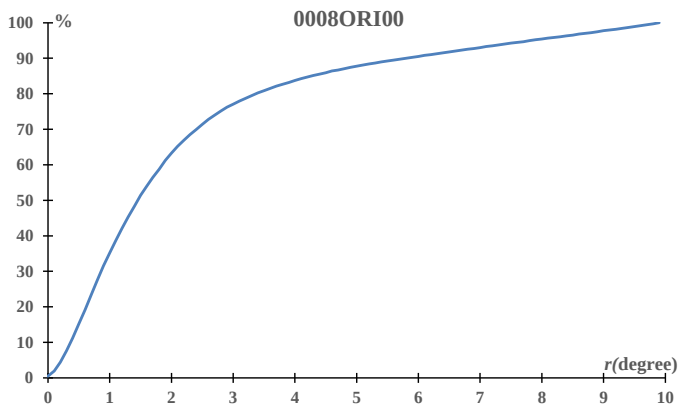


図 I-4a：中心から 10 度以内の総輻射点数に対するそれぞれの距離までの輻射点数の割合。

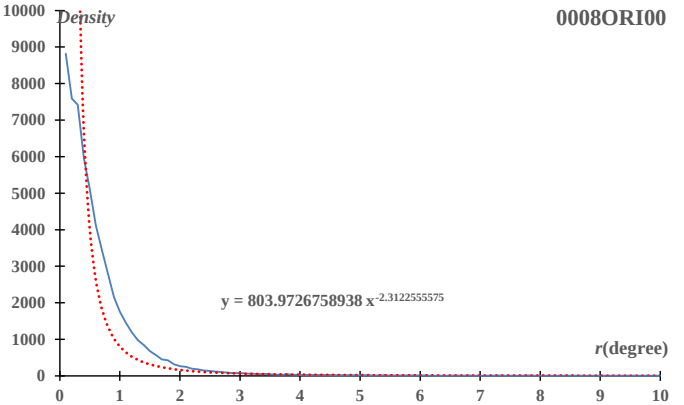


図 I-4b：0.1 度ごとの距離による輻射点密度の変化。

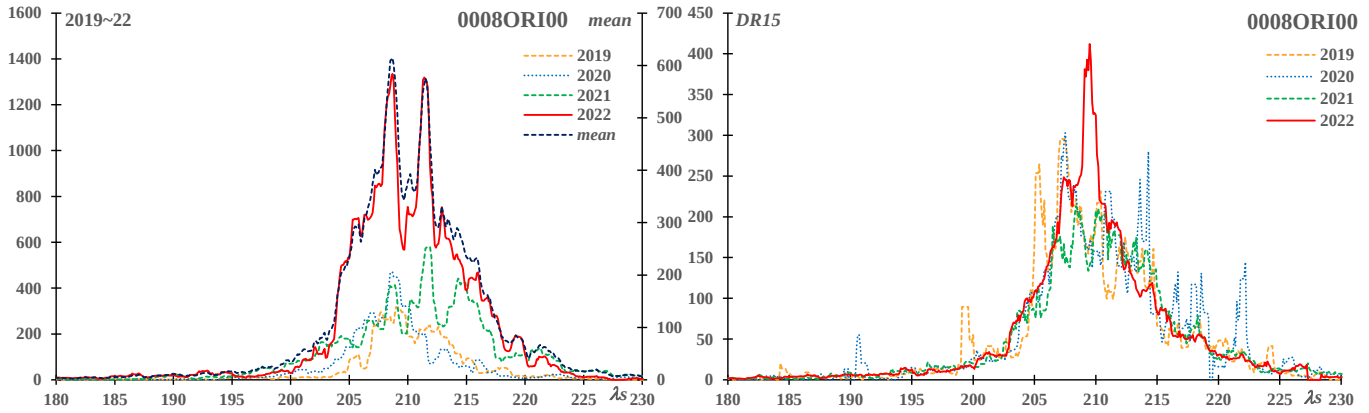


図 I-5：年別の活動曲線。左側はオリオン群と判定された流星数の変化(a)。右側は DR で補正したもの(b)。

図 I-4b は中心からの距離による輻射点密度の変化を示したもので、変化はほぼ指数関数的であることが分かる。輻射点の構造は実際には複雑であり、単純に指数関数で表すことが最善ではないが、$N = a*r^b$ の形で表すことにより、輻射点分布の疎密また広がりについて一定の指標を与えることができる。r を輻射点からの距離とするとき、a と b は、それぞれ、中心における輻射点の密度と輻射点の広がり方の指標となりうる。

図 I-2a と b の活動曲線は一見すると違いに気づかないが、調査期間λs=198.7~218.7 の外側についても活動を追跡できて *DR* や *Nr*<=3 の数値が上昇していることが分かる。ここで図 I-2b の活動曲線のいずれが出現状況を最も適切に表すものとして選ぶかを考える必要がある。２つの条件を考慮する必要があり、一つは流星数そのままだと観測条件（天候等）の影響を受け、もう一つは、*DR* を観測条件の影響を緩和するために用いたとしても近隣の流星群の活動の影響を受けるということである。

太陽黄経で 1 度の幅で 0.1 度ごとの移動平均によって表した流星数そのままによる活動曲線を図 I-5a に示す。図 I-2 に比べて移動平均の幅が狭くなったので極大付近の変化が詳しくわかる。ここで図 I-2 の Nr<=3（オリオン群の流星数）が 2 つの極大を示している問題の原因が分かる。図 I-5a を見ると、GMN の観測で平均値を支配しているのが 2022 年の観測であることが分かる。GMN の観測数は指数関数的に増加しているので、これは当然なのだが、本稿の内容も 2022 年の観測（2023 年の観測がある場合は 2023 年）に支配的な影響を受けていることに注意が必要である。図 I-5a で 2022 年の観測でオリオン群は２つの極大を示しているが、図 I-5b の DR15 では単一の極大となっている。これは GMN の中心である欧米の観測が何らかの理由（恐らくは天候）によって妨害されたであろうことを示唆しており、２つの極大は見せかけであったことが分かる。

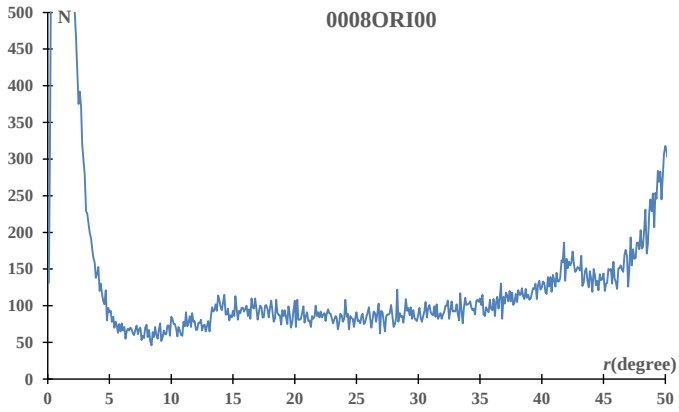


図 I-6：輻射点移動を考慮した中心からの距離による 0.1 度ごとの輻射点数変化。

このように流星数それ自体を不注意に使うと間違った結論を導いてしまうので、DR による補正を併用する必要がある。しかし、先に述べたように DR は周囲の流星活動の影響を受ける。図 I-6 は輻射点移動を考慮した中心からの距離による 0.1 度幅の円環内に存在する輻射点数の変化を示している。オリオン群の輻射点は中心から離れるに従って減少するが、6 度付近からは再び増加に転じる。これは 0.1 度幅の円環の面積が増加することによる自然増である。なお、15 度付近の微増は EGE、45 度以降の増加は STA 及び NTA によるものである。オリオン群の活動は非常に活発で EGE の影響をあまり受けないが、小流星群の活動曲線を得るには十分考慮すべき点である。オリオン群の場合、DR3_6 が不適であることは図 I-2b から見ても明らかであり、EGE の影響を避ける意味では DR3_10 が妥当であろうということになる。なお、蛇足だが、DR の計算に使用する円環の面積は中心からの距離が増すに従って増加し、従って、輻射点数も増加する。周辺の流星活動が穏やかな場合には、流星数の多い方が DR のばらつきは小さくなる。このような場合には DR3_20 がもっとも妥当だということになる。

Nr<=3 または DR のいずれを取るにせよ、流星群の活動は毎年一定ではありえず、また、観測条件も異なるため、得られた活動曲線は滑らかなものではない。平均的な活動曲線を推定するために流星群の構造について単純化したモデルを用いる。

A:近日点方向と軌道の大きさを一定とみなし、流星群の軌道面が近日点の方向を軸に回転するとともに離心率が変化することにより、異なる太陽黄経でも流星群の活動が見られる。

Rotation:軌道の大きさ及び形（離心率）は一定とみなし、流星群の軌道面が黄道面に沿って回転する（近日点の黄緯が一定）ことで、異なる太陽黄経でも流星群の活動が見られる。

この２つのモデルに対して流星群の帰属判定にしばしば用いられる D 基準を応用する。Southworth-Hawkins のもので D 判定は次の形で表されている。

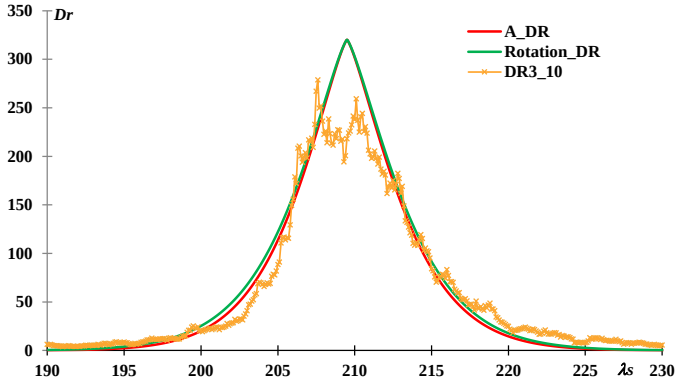


図 I-7：オリオン群の活動曲線とモデルによる推定値。

D=(軌道の形状の違い)^2+(軌道の大きさの違い)^2+(近日点方向の違い)^2+(相互の軌道面の交差角)^2

A では第２項と第３項を一定とみなすので第１項と第４項を用い、Rotation については第１項と第２項を一定とみなすので第３項と第４項を用いる。D 判定では各項の係数が 1 となっているが、ここでは使用する項にそれぞれ係数 C1 と C2 をつける。また、D では各項の冪が 2 で固定されているが、２つの項の和全体に冪 C3 をつける。オリオン群では係数や冪を調整することによって、A でも Rotation でもほぼ同じ活動曲線が得られる（図 I-7）。オリオン群の場合の係数と図 I-7 に示す推定値を表 I-1 に示すが、A と Rotation では異なる項を用いているので、C1 と C2 の大きさを両者で比較することには意味がないことに注意が必要である。

表 I-1：活動曲線モデルの係数

	C1	C2	C3	λs	max
A	37	37	1.3	209.5	320
Rotation	10	10	1.3	209.5	320

１．５．輻射点の推算と軌道計算

(x,y)座標での輻射点移動を$(\lambda-\lambda s, \beta)$さらに$(\alpha, \delta)$座標に変換することは容易であり、地心速度の変化の推算値と合わせれば軌道変化を推算することができる。座標変換も軌道計算の方法も多く書かれているのでここでは省略する。オリオン群の輻射点、地心速度、軌道要素の変化は表 I-2 のようになる。

表 I-2：オリオン群の輻射点、地心速度、軌道要素

λs	$\lambda-\lambda s$	β	α	δ	V_g	e	q	i	ω	Ω	λ_{Π}	β_{Π}	a
190	251.3	-8.8	81.2	14.3	66.9	0.910	0.703	162.6	67.9	10.0	303.0	16.1	7.80
191	251.1	-8.8	81.9	14.4	66.9	0.909	0.696	162.7	68.8	11.0	303.1	16.1	7.69
―――途中略													
205	247.7	-7.8	92.7	15.6	65.9	0.913	0.591	163.6	81.5	25.0	303.8	16.3	6.76
206	247.4	-7.8	93.5	15.6	65.8	0.913	0.583	163.6	82.4	26.0	303.9	16.2	6.73
207	247.2	-7.7	94.3	15.7	65.7	0.914	0.576	163.7	83.3	27.0	304.0	16.2	6.70
208	246.9	-7.6	95.1	15.7	65.7	0.915	0.568	163.7	84.1	28.0	304.1	16.2	6.68
209	246.7	-7.6	95.9	15.7	65.6	0.916	0.561	163.8	85.0	29.0	304.2	16.1	6.66
210	246.5	-7.5	96.6	15.8	65.5	0.917	0.553	163.9	85.9	30.0	304.3	16.1	6.64
211	246.2	-7.4	97.4	15.8	65.4	0.918	0.546	163.9	86.7	31.0	304.4	16.0	6.63
212	246.0	-7.4	98.2	15.8	65.4	0.919	0.539	164.0	87.6	32.0	304.5	16.0	6.62
213	245.7	-7.3	99.0	15.9	65.3	0.920	0.531	164.1	88.4	33.0	304.7	15.9	6.61
214	245.5	-7.2	99.8	15.9	65.2	0.921	0.524	164.1	89.2	34.0	304.8	15.9	6.60
―途中略													
229	241.8	-6.2	111.5	15.7	64.2	0.940	0.417	165.2	101.2	49.0	307.4	14.5	6.93
230	241.6	-6.1	112.3	15.7	64.1	0.941	0.410	165.3	102.0	50.0	307.6	14.4	6.98

注目されるのは、オリオン群の近日点方向$(\lambda_{\Pi}, \beta_{\Pi})$と軌道半長径 a がほぼ一定に保たれていることである。流星群によっては近日点方向も軌道半長径も大きく変化するものが少なくない。

「２．調査結果の概要」では、計算に用いた中心の座標及び、(x,y)座標での輻射点移動量を示したので、推定された極大における輻射点と軌道を示すだけとする。

１．６．近傍の活動の調査

図 I-1b と同じ条件で IAUMDSD に記載されている流星群を示したものが図 I-8 である。赤い四角がオリオン群として登録されているもので、中心によく集中している。小流星群では IAUMDCSD に登録されているものでもばらつきが大きく、しばしば混乱を引き起こしている。×はその他の名称を与えられているものである。

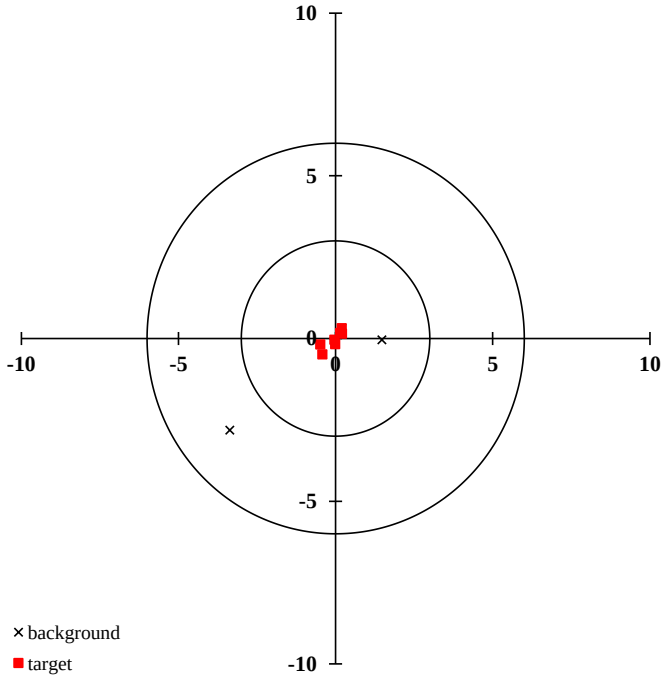


図 I-8：IAUMDSD に記載されている流星群。

表 I-3：図 I-8 の輻射点

Code	λs	$\lambda-\lambda s$	β	V_g	x	y
0718XGM00	206	250.9	-10.6	68.1	-3.37	-2.81
1198XRO00	207.1	245.7	-7.7	50.3	1.47	-0.04
0008ORI03	207.5	247.1	-7.9	66.4	-0.01	-0.18
0008ORI04	207.9	247.5	-7.8	66.2	-0.48	-0.19
0008ORI05	208	247.4	-8.1	65.4	-0.42	-0.50
0008ORI01	208.6	246.6	-7.4	66.2	0.15	0.16
0008ORI00	208.7	246.6	-7.5	66.5	0.21	0.15
0008ORI06	209	246.7	-7.6	66.3	-0.03	-0.04
0008ORI02	209.8	246.3	-7.2	66.4	0.20	0.31

中心から 3 度以内$(x, y)=(1.47, -0.04)$に 1198XRO がある。$V_g = 50.3$ とオリオン群より 15km/s 遅いので別群としたのであろう。このように主要群について地心速度が離れていることを理由に別群の存在が主張されてきたが、いずれも確認されていない。これも同様であろう。また、0718XGM はいわゆる「オリオン群の尻尾」の一員であり、この仲間を独立した流星群として認めるかについては慎重な議論が必要であろう。

２．調査結果の概要

今回調査した 118 の流星群について、結果の概要を第 I-4～I-7 表に示す。

表 I-4 は調査の原点となるデータとそれによって得られた、輻射点及び地心速度の太陽黄経による変化を示す。これらの数値と元となる GMN のデータがあれば、第 I-5 表以降の数値は再現できる。Code は IAUMDCSD の通番・略号・識別番号である。λs、$\lambda-\lambda s$、βは IAUMDCSD に記載された数値で、これを原点として以下の調査を行っている。ただし、原点としてふさわしくない場合には変更した（斜字で示したものである）。第 I-4 表が太陽黄経順になっていないのは第 I-7 表に示したモデル化によって求めた極大の太陽黄経順に合わせたためである。この原点を中心に黄緯線に沿って黄経の減少する方向を x の正、黄経線に沿って黄緯の増加する方向を y 軸の正とした座標系上で輻射点の移動を直線近似する。x_a、x_b、y_a、y_b はその係数と定数項である。同様に V_a、V_b は地心速度を一次近似した係数と定数項である。以下の表の項目も含めて、オリオン群によって具体的な例は前項に示したので参照されたい。

表 I-5 は輻射点分布と活動曲線についての概要である。輻射点密度には、輻射点移動を補正した輻射点の分布密度を中心からの距離 r(度)の指数関数 $N=a*r^b$ で近似した場合の係数 a、b を示した。活動曲線については 5 種類の方法によって極大の太陽黄経と最大値を示した。流星群の活動は帰属すると判定された流星数の増減によってあらわされる。多くの流星群では帰属するほとんどの流星が推定位置から 3 度以内に存在する。$Nr<=3$ は輻射点移動の推定位置から 3 度以内の流星について極大となる太陽黄経とその最大値を示している。それでも十分な場合が少なくないが、際には観測自体の偏りが存在するため補正が必要となる。本稿では周囲の流星数との比を取ることによって補正している。*DR*3_6 以下は単位面積（平方度）あたりの 3 度以内の流星数と周囲の流星数との比によるものである。*DR*3_6 は中心から 3~6 度、*DR*3_10 は 6~10 度、*DR*3_15 は 10~15 度、*DR*3_20 は 15~20 度の流星を比較に用いている。周囲の流星群の活動状況によって、これらを使い分ける必要がある。表 I-5 に示した数値は太陽黄経で 3 度幅の移動平均によるものである。

表 I-6 は流星群の活動状況の概況を示している。2019~2023 は表 I-4 で示した調査期間にそれぞれの年で輻射点の推定位置から 3 度以内に入る流星数である。多くの流星群で流星数が増加しているように見えるのは、GMN の観測量が指数関数的に増加しているためである。ただし、2019 年は観測開始の年でありばらつきが大きく、2023 年は 2 月までの資料を用いているため 0 と表示されるものが多数あることに注意が必要である。C1~max までの数値は得られた活動曲線に最も適合するモデル化した流星群による活動曲線を表す数値である。近日点方向の軸が固定されている場合(A)と軸が黄道面に沿って回転する(Rotation)という 2 つのモデルを用意して、輻射点と地心速度から推算された軌道要素の変化により使い分けている。いずれの場合についても、C1 と C2 が活動の広がり、C3 が極大の鋭さを表すことになる。λs と max は推定曲線によるものであるが、極大の太陽黄経で小数点以下の値はあくまでグラフ上から得られたもので参考値に過ぎない。「III. 輻射点分布図と活動曲線の活動曲線」には、この推定曲線を周囲の状況を考慮して選択した活動曲線とともに示した。

表 I-7 は表 I-6 で推定した流星群の極大に対応する輻射点と地心速度及び軌道要素で、本稿のまとめにあたる表である。一般に用いられている観測流星全体の平均値とは異なり、極大の時に対応した数値であることに注意が必要である。

表 I-4：調査の基点となる輻射点及び調査範囲と回帰分析によって得られた輻射点と地心速度の変化

Code	基点					輻射点移動					
	λs	λ-λs	β	Δr	$\Delta\lambda s$	x_a	x_b	y_a	y_b	V_a	V_b
0647BCO00	*13.3*	175.25	29.14	3	10	0.1114	-0.8890	0.3953	-4.1319	-0.0341	27.0738
0040ZCY01	16	300.11	59.08	3	5	-0.0665	0.8988	-0.1696	2.6972	0.0498	42.6984
0841DHE00	19.5	232.08	46.26	3	5	-0.0808	1.6894	-0.1706	3.5906	0.0659	47.9721
0450AED00	20.2	292.83	29.85	3	5	-0.0907	1.5561	0.2029	-3.8530	-0.0931	62.4424
0839PSR00	25.1	211.69	34.29	3	5	-0.3084	7.8750	-0.2934	7.6928	0.4016	35.1350
0021AVB06	27.6	170.32	12.03	3	10	0.4675	-12.7715	0.2377	-6.2633	-0.1712	23.9921
0040ZCY02	32	299.63	57.79	3	5	0.6056	-18.7925	0.1266	-3.6641	-0.2587	49.9125
0006LYR00	32.2	241.39	56.72	3	5	-0.3003	10.0005	-0.3615	11.6821	0.2763	37.6836
0343HVI07	39.2	166.63	-1.2	3	5	0.6749	-25.9303	-0.1702	6.4895	-0.2917	29.7599
0348ARC01	*42*	311.73	56.56	3	5	-0.6159	23.8141	0.0831	-3.3468	-0.2936	52.9007
0519BAQ00	46.3	278.91	13.47	3	5	0.0807	-3.9730	-0.0060	0.0891	-0.0807	71.8886
0031ETA07	47	293.28	7.68	3	10	0.2451	-11.5905	0.0550	-2.4999	0.0423	63.5525
0531GAQ01	49.8	262.44	32.44	3	5	-0.1847	8.8321	-0.0961	5.4252	0.0751	58.3800
0854PCY00	53.8	276.79	71.98	3	10	0.2031	-10.4586	-0.0431	1.6777	0.0308	37.8613
0145ELY02	50	256.73	63.97	3	5	0.3748	-18.6410	0.0156	-0.2332	0.0250	42.6992
0520MBC00	56.8	244.94	4.28	3	10	0.2167	-12.7955	-0.0360	2.5228	-0.0625	69.1360
0061TAH	68	125	32	3	3	0.5295	-37.0384	5.4157	-371.2081	0.3260	-11.2406
0860PAN00	71.6	307.92	43.24	2	3	0.2750	-19.1996	0.3804	-27.0442	-0.1867	63.8194
0362JMC01	71	324.61	43.4	3	10	-0.1635	12.5697	0.3048	-21.7102	-0.1378	52.6056
0171ARI03	77	331.58	7.34	3	10	0.3638	-27.9298	-0.0141	1.5546	0.0781	34.5427
0458JEC00	82.3	248.13	47.78	3	3	-0.4362	35.3057	-0.2748	22.7932	0.1986	36.3117
0510JRC00	84	262.78	54.43	3	3	0.0372	-2.7745	-0.1620	14.5395	0.0859	42.5144
0069SSG03	90	185.16	-4.67	3	10	0.4559	-41.1943	0.0322	-4.6239	-0.1244	36.0361
0170JBO07	89.64	102.98	59.03	3	3	1.3028	-116.7491	0.2386	-21.1976	0.1806	-2.3079
0410DPI00	92	280.17	0.75	3	5	0.2026	-18.6893	-0.0231	2.4041	-0.0906	78.0196
0459JEO01	89	155.38	12.42	3	5	0.8038	-71.3080	0.3671	-33.0682	-0.1571	28.1574
0431JIP00	94.456	252.88	37.39	3	3	-0.9655	91.2422	-0.5911	56.0458	-0.1943	76.8147
0867FPE00	96.7	254.6	16.38	3	3	0.1550	-15.1602	0.8084	-77.8719	-0.4798	112.6566
0372PPS_0	95	283.28	15.27	3	5	0.1076	-10.2750	0.1131	-10.3518	0.0100	65.3255
0164NZC03	101	209.69	12.71	3	15	0.1080	-10.6845	0.0367	-3.9905	-0.1068	49.6820
0370MIC00	*100*	209.87	-12.2	3	10	0.1416	-13.3029	-0.0707	9.0276	-0.1032	50.4880
1133TCS00	105.1	303.93	52.75	3	5	-0.1759	18.5893	0.1755	-18.4183	-0.1716	64.2561
0411CAN00	*105*	298.06	33	3	10	-0.0520	5.3959	0.0934	-10.0424	-0.1091	68.5495
0175JPE02	110.9	244.09	14.49	3	10	0.1214	-13.7635	-0.1099	12.1921	-0.0364	67.7813
0444ZCS00	113.2	277.79	42.82	3	3	-0.3796	43.0291	-0.3564	40.3444	0.1145	44.1326
0533JXA00	119	282.02	-4.77	3	10	0.2315	-27.8444	0.0120	-2.1535	0.0638	61.4211
0623XCS00	*115*	*185*	*8*	1.5	5	0.2066	-24.1731	0.0250	-2.5507	-0.0952	36.1377
0372PPS_1	120	278.96	15.98	3	5	0.2976	-36.4379	-0.4713	57.1145	0.1406	49.5335
0184GDR00	125.3	167.84	73.73	3	3	0.3917	-49.0047	0.1612	-20.5705	-0.0961	39.6404
0001CAP06	126.1	179.64	9.72	3	5	0.3548	-43.9871	0.1272	-15.9994	-0.1677	43.3930
0005SDA00	127.2	208.56	-7.44	3	5	0.2687	-33.9557	-0.1063	13.5181	-0.1965	65.2986
0191ERI02	137	260.26	-27.26	3	15	-0.0024	0.5483	0.0019	-0.4129	0.0015	63.9874
0465AXC00	135.8	252.41	41.99	3	3	-0.8000	108.6428	-0.1896	26.2828	0.3021	14.5402
0007PER00	137	283.15	38.27	3	15	-0.0406	5.5172	-0.0661	9.3350	0.0129	56.9855
0012KCG	142	168	74	3	5	-0.3753	54.7644	0.6381	-93.1013	0.2353	-10.8706
0199ADC01	143.1	180.04	2.33	3	3	-0.0479	6.8369	-0.2221	31.8215	0.2127	-6.7381
AXD	*145*	*142.50*	*77.47*	3	5	0.2082	-30.4049	1.0378	-147.4059	0.2001	-7.6101
0026NDA10	144.8	207.24	6.81	3	10	0.0682	-9.7592	0.0382	-5.4769	-0.1244	56.4329
ZDR	*155*	*30.19*	*83.82*	3	5	-0.0627	7.5381	-0.8019	124.0229	-0.2273	56.7222
0523AGC00	155.1	263.11	63.51	3	5	-0.1546	23.9816	-0.0714	11.2097	0.0936	29.3975
0206AUR03	159	292.45	15.57	3	5	0.0855	-13.6587	0.1356	-21.2819	-0.0220	68.9463
0552PSO01	159	269.53	-24.3	3	10	-0.1719	29.5186	-0.0368	5.9337	-0.0001	65.5639
0694OMG00	164	307.13	16.76	3	10	0.1819	-29.6546	-0.0895	14.9512	0.1782	29.0183
0337NUE00	167.9	259.26	-20.67	3	15	0.1213	-19.9298	0.2203	-37.1078	0.0517	56.8959
0208SPE02	168	248.97	20.79	3	5	0.0415	-7.0712	-0.2061	34.7059	0.0360	58.0022
0215NPI04	176	196.75	3.87	3	15	0.1894	-31.6700	-0.0021	0.3102	-0.0687	40.1538
0081SLY00	*169*	294.7	32.27	3	5	-0.1719	28.9685	0.2176	-35.7013	-0.1830	89.7565
0757CCY00	171.64	142.43	51.4	3	5	0.6923	-118.6462	1.3672	-235.8800	0.0295	9.5829
0221DSX04	188	331.25	-11.32	3	5	0.1299	-23.8991	-0.2572	48.3283	-0.1272	56.3114

表 I-4（続き）

Code	基点			輻射点移動							
	λs	λ-λs	β	Δr	$\Delta\lambda s$	x_a	x_b	y_a	y_b	V_a	V_b
0081SLY01	186	278.78	25.99	3	5	0.1003	-18.0282	-0.1652	29.5384	0.1175	43.8318
0281OCT00	193	279.98	61.97	3	3	1.1864	-229.2161	0.1633	-31.4408	-0.9496	228.6515
0924SAN00	196.7	214.37	29.45	3	5	-0.0063	1.1880	0.1951	-37.9924	-0.0398	24.7732
0825XIE00	196.1	227.54	-27.12	3	5	-0.0183	3.0992	-0.1149	22.0415	-0.1092	75.8460
0002STA_SE	*202.6*	*194.82*	*-4.45*	3	5	0.1977	-40.8473	-0.0345	7.0159	-0.0968	48.2632
0333OCU00	202.1	278.86	46.82	3	5	-0.5710	115.4577	-0.0059	1.1627	-0.0587	67.3791
0023EGE00	209.7	253.48	4.2	3	10	0.2135	-44.9085	-0.0613	13.3966	-0.0354	75.9489
0022LMI03	209	297.96	25.93	3	5	-0.0230	4.7739	0.1067	-22.0377	-0.0724	76.4444
0480TCA_OML	*210.5*	*283.37*	*13.63*	3	15	0.2173	-45.5829	0.2711	-56.9822	0.0046	66.0806
0008ORI00	208.7	246.56	-7.45	3	10	0.2418	-50.6620	0.0682	-14.3876	-0.0714	80.5061
0524LUM00	215	284.08	36.9	3	5	-0.0562	11.8263	-0.2106	45.0985	0.0133	57.6923
0526SLD00	221.6	265.65	53.89	3	3	-0.2732	60.7616	-0.5100	112.5384	0.3182	-21.5505
0002STA_SF	*221.5*	*190.70*	*-5.00*	2	5	0.4893	-110.2697	-0.0676	15.4866	-0.3282	101.4279
0445KUM00	225	268.21	29.76	3	5	0.0110	-2.2506	-0.1798	40.0375	0.0387	56.2142
0338OER_DGE	*225*	*186.62*	*-18.20*	6	25	0.3021	-67.8047	-0.2913	64.4547	-0.1381	59.5427
0018AND01	228.6	163.43	18.81	3	15	0.4525	-103.9499	0.5830	-131.5033	-0.1290	47.1005
0512RPU00	223	266	-43.46	3	10	-0.2728	59.1409	0.2348	-53.2242	0.1975	12.7893
0017NTA03	222.7	192.77	2.85	3	20	0.2493	-55.8429	0.0068	-1.9411	-0.1250	56.6041
0013LEO00	235.2	271.83	10.22	3	10	0.3128	-74.3409	-0.1568	37.0140	0.0475	58.5456
0394ACA00	247	215.81	-40.29	3	10	-0.0376	8.2361	0.3104	-75.8768	0.1184	15.3703
0246AMO00	239	239.65	-19.91	2	5	0.0288	-6.7519	0.0655	-15.7132	-0.1309	93.0950
0488NSU00	241.6	244.91	42.93	3	3	-0.4783	115.4909	-0.3742	90.7317	0.5148	-70.0019
0250NOO06	247	203.59	-8.24	3	10	0.3154	-78.0349	-0.0617	15.4998	-0.1540	80.7632
0257ORS03	243	190.78	-4.69	3	5	0.1671	-40.4572	0.0213	-5.2689	-0.0716	45.0609
1096NAC00	246.2	285.89	-19.99	3	5	0.0303	-7.8055	0.1777	-44.3511	0.1128	38.8415
0340TPY00	249.4	261.96	-39.09	3	3	-0.2619	65.8754	0.3503	-87.6017	0.3206	-19.8560
0336DKD01	252	243.06	61.66	3	5	-0.3642	91.4251	0.0718	-18.1264	0.0680	26.7305
0339PSU01	253	258.89	34.52	3	10	-0.1293	33.2236	-0.1445	37.3849	0.1253	29.3670
0334DAD00	256.5	266.12	62.96	3	15	-0.3261	83.5243	0.0121	-3.3008	0.0057	39.1135
0016HYD01	259.1	229.92	-16.76	3	20	0.1092	-28.8909	-0.0107	2.9956	-0.0700	76.6474
0502DRV00	252.5	286.95	13.84	3	10	0.1498	-37.4094	0.2763	-69.4976	0.0398	58.0096
0529EHY00	*260.7*	*237.33*	*-14.70*	3	20	0.1200	-31.1678	0.0405	-10.4720	-0.0420	72.8472
0255PUV00	254	258.16	-60.51	3	10	-0.3877	94.6079	-0.1294	31.7667	-0.0332	50.1627
0019MON01	261.5	202.13	-14.81	3	15	0.3146	-81.5491	-0.0659	17.0315	-0.1730	86.0296
0004GEM00	261.6	207.94	10.4	3	10	0.1016	-26.6594	-0.0462	12.2033	0.1051	6.3179
0335XVI00	256.7	292.67	-4.56	3	15	0.2470	-63.8677	-0.0526	13.2224	0.0720	49.1877
0497DAB00	263.9	298.47	33.45	3	5	-0.0514	13.8764	0.3223	-85.6914	-0.1539	99.9159
0340TPY01	264	259.58	-33.53	3	5	-0.0569	15.0139	0.3278	-85.9806	0.2346	1.0001
0020COM03	275.9	242.79	20.53	3	30	0.0465	-12.5646	-0.0698	19.2142	-0.0055	64.2899
0015URS01	271	218.48	72.07	3	5	0.0334	-9.1414	0.5758	-155.8051	-0.2288	94.9921
0428DSV00	267.41	293.72	14.78	3	30	0.1307	-35.1538	0.1089	-29.3136	0.0201	60.6018
0784KVE00	276	257.77	-60.48	3	5	-0.6225	170.2818	0.1063	-28.3692	0.2457	-24.2441
0319JLE00	282.5	219.77	10.41	3	5	0.3376	-94.8099	0.0608	-17.3523	-0.4394	175.6707
0010QUA00	283.28	276.97	63.58	3	10	0.1717	-48.5025	0.2691	-76.0478	-0.2153	101.4334
0331AHY00	285.5	206.75	-25.99	3	10	0.2751	-79.1128	-0.0453	12.6156	-0.1425	84.0134
0515OLE00	*290*	207.98	-6.91	3	5	0.2457	-72.0572	-0.2923	83.8488	-0.1049	76.7710
0323XCB04	296	306.92	51.36	3	5	0.1063	-31.5950	0.1704	-50.7995	-0.0667	65.0871
0341XUM06	298.4	218.3	25.85	3	5	0.4109	-122.5042	-0.3088	92.1558	0.1963	-17.6211
0404GUM04	299.7	217.38	74.32	3	5	-0.6969	208.5355	0.1979	-59.1513	0.2712	-51.9283
0429ACB00	309.89	271.81	44.48	3	5	-0.5210	160.5070	-0.6344	195.3062	0.3573	-52.7269
0110AAN04	312	210.6	-17.67	3	10	0.0540	-17.2448	-0.0392	12.5170	-0.0408	56.6646
0427FED00	315.1	228.34	76.59	3	5	0.6447	-203.5258	-0.0605	18.4312	-0.2357	109.3789
1032FHY00	324.3	161.57	-17.83	3	5	0.3352	-108.2792	-0.6002	194.2505	-0.0559	34.3060
1166TTR00	331.9	285.23	-44.22	3	5	-0.6675	221.5964	0.2326	-76.9744	-0.0972	88.6073
0915DNO00	333.7	271.99	-24.95	3	5	0.1423	-47.1462	0.0408	-13.5988	-0.0791	93.1613
0571TSB00	344	221.78	36.5	3	5	0.8277	-283.7017	0.2250	-77.0865	-0.5564	240.6420
0346XHE01	350	244.94	70.58	3	5	-0.7215	252.5716	-0.0416	14.8965	0.0511	16.4979
0011EVI06	357.2	186.68	5.39	3	10	0.2417	-86.8488	0.0442	-15.9647	-0.1314	74.2940
0893EOP00	358	262.63	6.72	3	10	0.2195	-78.7953	-0.0268	9.5359	-0.0295	81.3416

表 I-5：輻射点密度の指数と活動曲線の極大を表す指標

Code	輻射点密度		*Nr*<=3		*DR*3_6		*DR*3_10		*DR*3_15		*DR*3_20	
	a	*b*	*λs*	*max*	*λs*	*max*	*λs*	*max*	*λs*	*max*	*λs*	*max*
BCO	5.66	-0.875	14.5	12	13.5	5.6	14.5	8.0	15.5	8.5	15.5	5.9
ZCY_0	5.83	-0.746	18.5	20	15.5	2.2	14.5	5.4	12.5	8.5	19.5	9.3
DHE	3.97	-1.137	19.5	23	19.5	8.1	19.5	11.7	19.5	9.4	20.5	5.3
AED	1.96	-1.552	17.5	22	23.5	13.5	21.5	12.0	18.5	13.3	18.5	12.3
PSR	4.12	-1.112	25.5	27	25.5	5.5	24.5	10.0	24.5	19.5	24.5	13.5
AVB	14.49	-1.052	17.5	27	23.5	6.5	28.5	9.1	23.5	8.7	28.5	8.4
ZCY_1	6.09	-0.669	32.5	20	29.5	1.5	32.5	4.3	32.5	7.5	32.5	11.2
LYR	122.80	-2.177	32.5	1326	33.5	31.9	32.5	184.7	32.5	214.4	32.5	314.8
HVI	8.93	-1.232	39.5	43	38.5	10.2	39.5	11.5	39.5	15.5	39.5	15.1
ARC	4.52	-1.035	40.5	17	46.5	6.0	41.5	13.1	41.5	14.2	40.5	12.8
BAQ	4.18	-1.151	43.5	14	42.5	9.3	42.5	9.9	41.5	3.9	50.5	1.2
ETA	148.56	-2.660	44.5	612	45.5	85.8	48.5	400.1	43.5	636.8	45.5	605.0
GAQ	3.93	-0.773	48.5	18	48.5	6.3	47.5	4.3	47.5	5.1	47.5	6.6
PCY	6.60	-0.680	50.5	14	46.5	4.7	55.5	7.6	54.5	9.2	54.5	6.6
ELY	14.88	-1.360	50.5	142	51.5	15.8	50.5	30.5	50.5	32.8	50.5	50.1
MBC	4.58	-0.945	59.5	12	56.5	7.7	54.5	8.1	53.5	9.3	58.5	7.5
TAH	51.98	-2.375	69.5	1105	70.5	30.6	69.5	439.8	69.5	657.6	68.5	653.9
PAN	3.59	-1.219	71.5	22	72.5	31.5	72.5	10.3	72.5	9.5	71.5	10.0
JMC	5.48	-1.118	70.5	12	77.5	5.6	75.5	19.5	67.5	28.9	75.5	22.2
ARI	6.15	-1.562	80.9	25	80.3	56.9	81.3	148.9	80.7	316.9	78.1	325.4
JEC	7.86	-1.371	82.5	102	83.5	11.5	81.5	15.9	81.5	12.8	83.5	18.0
JRC	5.12	-1.067	83.5	46	84.5	6.7	84.5	11.2	84.5	11.6	84.5	15.1
SSG	11.33	-0.851	82.5	20	83.5	5.2	89.5	5.9	89.5	6.2	88.5	9.1
JBO	2.85	-1.132	90.5	18	91.5	9.5	89.5	10.6	89.5	14.2	89.5	11.5
DPI	5.11	-1.220	91.5	26	91.5	14.7	90.5	10.7	90.5	6.2	90.5	9.5
JEO	4.65	-1.259	92.5	20	93.5	12.7	91.5	23.3	92.5	19.4	92.5	10.4
JIP	5.82	-1.257	94.5	63	93.5	15.7	93.5	13.8	93.5	11.7	93.5	10.2
FPE	3.51	-0.919	96.5	21	95.5	4.1	95.5	5.4	95.5	6.1	95.5	6.7
PPS_0	17.26	-1.381	98.5	48	93.5	8.4	94.5	17.7	94.5	18.6	91.5	16.7
NZC	50.43	-1.454	107.5	72	110.5	8.9	110.5	30.3	102.5	34.0	102.5	34.8
MIC	10.78	-1.296	101.5	29	108.5	12.2	101.5	29.7	102.5	21.2	101.5	14.7
TCS	3.82	-0.909	105.5	14	102.5	3.5	104.5	6.1	104.5	7.3	104.5	2.7
CAN	25.86	-1.141	106.5	64	103.5	9.9	109.5	14.7	98.5	15.5	105.5	14.3
JPE	26.85	-1.355	108.5	80	109.5	16.4	109.5	17.2	109.5	26.3	109.5	25.5
ZCS	23.01	-1.539	113.5	166	113.5	19.3	112.5	24.7	113.5	30.4	113.5	29.6
JXA	7.77	-1.166	116.5	17	111.5	11.0	110.5	17.7	119.5	14.7	110.5	7.3
XCS	25.30	-1.374	117.5	81	116.5	6.3	118.5	15.7	118.5	21.8	117.5	31.5
PPS_1	8.99	-0.713	115.5	38	122.5	3.3	114.5	5.2	115.5	6.3	114.5	5.9
GDR	16.19	-1.706	125.5	185	125.5	23.3	125.5	40.0	125.5	46.8	125.5	46.2
CAP	91.85	-2.066	127.5	354	126.5	25.5	125.5	75.0	127.5	94.5	127.5	122.8
SDA	242.13	-2.408	126.5	996	126.5	32.6	127.5	187.9	126.5	250.2	126.5	357.8
ERI	33.73	-1.184	132.5	53	135.5	11.8	131.5	19.5	131.5	33.3	139.5	29.4
AXC	5.61	-0.907	135.5	41	135.5	7.2	136.5	5.9	135.5	6.7	135.5	5.4
PER	1586.13	-2.298	140.5	6711	140.5	36.3	140.5	561.6	140.5	1102.7	140.5	1169.8
KCG	37.71	-1.220	141.5	105	142.5	5.6	139.5	11.8	140.5	29.5	140.5	36.9
ADC	8.04	-1.193	143.5	138	142.5	9.1	144.5	11.5	144.5	16.0	142.5	17.6
AXD	11.96	-0.424	146.5	41	147.5	2.7	148.5	3.7	144.5	7.0	146.5	15.5
NDA	47.32	-1.128	152.5	73	152.5	5.3	140.5	15.3	144.5	12.5	150.5	15.0
ZDR	8.87	-0.705	153.5	33	156.5	3.2	154.5	5.4	154.5	6.0	149.5	7.8
AGC	10.92	-0.870	156.5	48	157.5	4.7	155.5	9.4	155.5	8.6	155.5	8.4
AUR	16.35	-1.232	158.5	74	157.5	7.4	159.5	9.5	157.5	8.2	158.5	8.2
PSO	16.01	-0.462	160.5	43	164.5	2.3	160.5	3.4	160.5	7.5	160.5	9.5
OMG	10.22	-1.010	163.5	24	169.5	6.0	162.5	11.5	164.5	5.7	164.5	6.7
NUE	35.48	-0.625	164.5	46	174.5	2.9	164.5	4.4	166.5	7.2	164.5	9.3
SPE	42.26	-1.514	166.5	235	166.5	21.9	166.5	29.8	166.5	34.1	166.5	37.2
NPI	46.66	-0.577	163.5	51	165.5	3.3	165.5	4.1	167.5	6.5	167.5	13.3
SLY_0	12.96	-1.159	169.5	48	168.5	8.6	169.5	11.6	168.5	10.1	169.5	11.1
CCY	11.23	-1.386	173.5	41	172.5	7.3	171.5	18.3	172.5	23.0	172.5	19.5
DSX	3.99	-1.399	188.5	13	192.5	36.0	186.5	134.7	190.5	179.1	188.5	111.7

表 I-5：（続き）

Code	輻射点密度		*Nr*<=3		*DR*3_6		*DR*3_10		*DR*3_15		*DR*3_20	
	a	*b*	*λs*	*max*	*λs*	*max*	*λs*	*max*	*λs*	*max*	*λs*	*max*
SLY_1	9.83	-0.606	189.5	37	190.5	3.2	190.5	3.9	185.5	5.3	185.5	4.9
OCT	10.52	-1.411	192.5	223	192.5	14.3	193.5	20.1	192.5	21.9	193.5	20.7
SAN	2.48	-1.147	197.5	14	196.5	3.7	197.5	6.7	196.5	6.3	197.5	4.7
XIE	3.50	-0.982	195.5	11	197.5	10.7	195.5	6.6	195.5	5.5	197.5	5.6
STA_SE	111.61	-1.393	204.5	301	203.5	9.5	200.5	17.5	201.5	41.8	206.5	70.1
OCU	16.46	-1.291	202.5	158	202.5	15.9	202.5	30.6	202.5	32.0	202.5	21.3
EGE	36.12	-0.970	208.5	61	212.5	6.0	207.5	6.8	199.5	2.7	212.5	3.0
LMI	28.61	-1.909	208.5	126	210.5	28.9	210.5	61.4	207.5	53.8	209.5	29.9
TCA	33.21	-0.901	211.5	38	196.5	7.4	208.5	8.1	210.5	7.7	202.5	4.9
ORI	803.97	-2.312	208.5	2436	208.5	43.1	208.5	227.9	208.5	222.8	210.5	331.8
LUM	8.98	-1.106	214.5	45	215.5	9.4	214.5	12.8	214.5	9.8	214.5	6.4
SLD	7.96	-1.060	221.5	77	222.5	6.2	221.5	7.1	221.5	6.9	221.5	9.8
STA_SF	211.97	-1.438	219.5	608	223.5	11.7	217.5	12.6	219.5	55.9	218.5	95.5
KUM	19.35	-1.158	222.5	155	223.5	10.8	223.5	10.8	223.5	11.3	223.5	10.6
OER	38.74	-0.778	217.5	36	246.5	4.7	235.5	11.8	247.5	9.1	247.5	3.2
AND	45.03	-1.313	239.5	103	239.5	20.0	239.5	41.3	243.5	39.9	240.5	43.5
RPU	5.75	-0.933	222.5	13	218.5	6.7	223.5	7.8	225.5	8.4	227.5	6.7
NTA	405.55	-1.474	222.5	420	229.5	18.9	228.5	10.7	225.5	48.2	224.5	90.9
LEO	155.21	-1.960	236.5	479	235.5	40.5	235.5	110.0	236.5	98.4	236.5	93.0
ACA	5.64	-0.976	243.5	17	238.5	4.3	242.5	10.2	239.5	12.8	238.5	12.8
AMO	9.78	-0.851	239.5	58	239.5	5.5	239.5	6.4	239.5	7.2	239.5	8.5
NSU	5.18	-0.903	241.5	29	241.5	4.5	241.5	5.4	241.5	5.3	242.5	4.1
NOO	120.81	-1.509	248.5	257	246.5	18.3	246.5	33.8	247.5	26.2	246.5	20.0
ORS	32.29	-1.018	247.5	82	246.5	4.4	247.5	2.4	238.5	5.2	247.5	10.8
NAC	4.04	-0.807	246.5	18	245.5	5.0	247.5	4.9	245.5	6.1	245.5	5.6
TPY_0	5.98	-1.258	249.5	25	249.5	5.7	249.5	8.8	249.5	12.4	249.5	8.8
DKD	24.50	-1.183	250.5	144	251.5	8.0	251.5	19.4	250.5	33.8	251.5	45.3
PSU	17.84	-0.854	251.5	42	252.5	7.7	251.5	10.0	251.5	9.8	251.5	8.0
DAD	25.92	-0.535	243.5	36	243.5	3.2	242.5	6.2	256.5	8.5	257.5	13.3
HYD	200.53	-1.668	254.5	356	250.5	37.9	250.5	56.9	255.5	111.5	255.5	122.1
DRV	11.12	-0.793	253.5	23	252.5	6.3	252.5	4.4	254.5	7.2	258.5	6.7
EHY	42.56	-1.021	263.5	40	271.5	3.1	272.5	2.7	255.5	9.8	256.5	17.5
PUV	14.72	-1.330	259.5	22	249.5	6.3	256.5	18.0	253.5	33.2	260.5	44.7
MON	85.89	-1.291	258.5	149	258.5	21.3	259.5	30.8	255.5	57.1	258.5	38.3
GEM	1479.18	-2.934	262.5	13471	263.5	73.9	261.5	1139.6	261.5	4129.0	261.5	2326.3
XVI	16.30	-1.407	261.5	25	255.5	24.5	262.5	20.1	256.5	17.8	257.5	8.3
DAB	5.15	-1.299	263.5	27	261.5	26.2	263.5	14.4	263.5	16.8	263.5	6.0
TPY_1	5.05	-0.975	265.5	19	263.5	7.6	264.5	5.8	264.5	5.5	264.5	6.0
COM	198.34	-1.533	264.5	221	270.5	25.4	266.5	38.1	265.5	33.4	267.5	56.2
URS	38.25	-1.834	270.5	590	269.5	24.6	270.5	88.5	269.5	109.7	269.5	119.6
DSV	46.64	-1.133	274.5	33	269.5	11.2	274.5	12.3	273.5	13.5	270.5	19.4
KVE	4.56	-1.053	276.5	19	277.5	4.2	275.5	9.6	274.5	20.4	277.5	16.4
JLE	3.57	-0.985	281.5	13	282.5	13.2	282.5	4.6	280.5	3.4	280.5	3.0
QUA	156.55	-1.495	283.5	1689	283.5	12.4	283.5	94.2	282.5	271.8	282.5	380.1
AHY	19.69	-1.632	284.5	37	284.5	12.2	287.5	51.7	286.5	44.3	284.5	23.6
OLE	7.75	-1.013	288.5	32	288.5	5.8	288.5	13.4	288.5	9.9	288.5	6.7
XCB	6.36	-1.277	296.5	28	297.5	11.4	296.5	30.9	296.5	17.2	296.5	15.6
XUM	11.72	-1.596	298.5	90	298.5	21.1	298.5	65.0	298.5	24.6	298.5	22.9
GUM	11.20	-1.292	300.5	72	298.5	12.0	300.5	16.3	299.5	17.7	299.5	17.8
ACB	12.33	-1.070	307.5	109	308.5	12.3	307.5	10.2	308.5	10.9	308.5	13.0
AAN	7.28	-1.079	311.5	17	314.5	13.7	313.5	14.2	312.5	5.9	314.5	7.6
FED	3.49	-0.724	315.5	26	315.5	6.7	314.5	7.6	314.5	9.9	314.5	8.6
FHY	3.90	-1.042	324.5	14	325.5	7.7	325.5	6.5	325.5	6.1	326.5	5.8
TTR	2.41	-1.023	331.5	11	335.5	18.0	333.5	11.3	328.5	6.7	332.5	8.9
DNO	3.10	-0.991	334.5	13	335.5	13.5	338.5	9.5	333.5	7.1	333.5	6.8
TSB	3.46	-0.913	343.5	13	342.5	4.4	344.5	9.1	344.5	6.6	344.5	6.4
XHE	5.02	-0.942	350.5	26	351.5	9.9	351.5	8.7	351.5	8.5	351.5	12.4
EVI	16.98	-0.967	358.5	57	359.5	7.9	358.5	7.5	358.5	13.3	359.5	20.3
EOP	3.22	-0.997	363.5	11	358.5	12.0	355.5	11.3	356.5	7.0	356.5	6.5

表 I-6：流星群に判定された流星数の変化とモデル化した活動曲線の指数

Code	年ごとの流星数					モデル化した活動曲線の指数					
	2019	2020	2021	2022	2023	曲線種	C1	C2	C3	λs	*max*
BCO	7	22	43	68	0	dr3_15	10	10	2	13	8
ZCY_0	3	20	39	72	0	dr3_15	5	5	3	16	10
DHE	0	5	16	46	0	DR3_15	45	45	2	19.6	19
AED	3	24	36	58	0	dr3_15	16	16	2	20	15
PSR	1	10	27	26	0	DR3_15	45	45	2	24.7	29
AVB	7	89	101	112	0	dr3_15	15	15	2	25	8
ZCY_1	4	24	40	55	0	dr3_15	8	8	2	31.5	8
LYR	40	599	863	1216	0	DR3_15	35	35	1.5	32.3	402
HVI	15	166	11	10	0	dr3_15	110	110	1.7	39	16
ARC	1	9	26	61	0	dr3_15	10	10	2	39.5	16
BAQ	3	6	26	47	0	dr3_10	18	18	2	44	10.5
ETA	167	482	1302	2425	0	DR3_15	55	55	1.5	44.3	850
GAQ	3	7	46	41	0	dr3_15	4.5	4.5	2	48	5
PCY	3	24	38	90	0	dr3_20	1.5	1.5	1.7	49.5	9.5
ELY	7	41	146	203	0	DR3_20	10	10	2	50.2	85
MBC	5	18	34	33	0	dr3_15	50	50	2	55	10
TAH	0	0	0	1269	0	Nr3	5500	3500	0.45	69.45	12000
PAN	0	4	12	30	0	DR3_15	60	60	2	72	18.6
JMC	1	18	50	53	0	DR3_20	10	10	1.8	72	40
ARI	10	20	46	50	0	DR3_20	10	10	1.8	79.5	350
JEC	5	40	62	43	0	DR3_20	40	40	1.8	82.6	40
JRC	1	14	42	52	0	DR3_20	8	8	2	84	22
SSG	13	59	53	107	0	DR3_20	14	14	2	87	9
JBO	1	3	1	34	0	DR3_15	40	40	3	90.3	75
DPI	1	10	17	49	0	DR3_20	350	350	1.2	91.2	14
JEO	38	14	4	41	0	DR3_15	90	90	1.4	92	26
JIP	2	16	12	67	0	DR3_10	80	80	2	94.1	50
FPE	3	13	4	40	0	DR3_10	180	180	2	95.8	16
PPS_0	21	98	51	216	0	DR3_15	4	4	1.6	98.5	27
NZC	51	259	229	570	0	DR3_20	4	4	1.8	101	40
MIC	11	46	67	156	0	DR3_10	19	19	0.7	101.3	65
TCS	3	4	16	44	0	DR3_10	19	19	1.8	104.6	11
CAN	14	114	168	383	0	DR3_20	9	9	1.4	105	19
JPE	17	110	165	289	0	DR3_15	25	25	1	109.6	45
ZCS	14	92	194	267	0	DR3_20	10	10	1	113.6	45
JXA	6	44	51	75	0	dr3_20	13	13	2	115	8
XCS	17	87	113	251	0	Nr	75	75	1.5	116.3	6.8
PPS_1	3	39	64	109	0	DR3_15	4.5	4.5	1.7	117.5	9.5
GDR	8	135	71	185	0	DR3_20	37	37	1.5	125.5	95
CAP	86	586	455	1110	0	DR3_20	25	35	1.6	126.9	140
SDA	256	1257	1185	3029	0	DR3_20	15	17	1.2	126.9	440
ERI	56	155	224	416	0	DR3_20	3	3	1.8	132.3	36
AXC	6	18	40	68	0	DR3_20	25	25	1.2	135.5	9
PER	1296	6487	11913	16054	0	DR3_20	20	20	2	140.5	1500
KCG	4	9	749	11	0	DR3_20	8	8	1.3	141.5	52
ADC	4	11	11	144	0	DR3_15	110	110	3	143.65	65
AXD	22	83	85	106	0	Nr3	3.4	3.4	1.7	147.2	45
NDA	58	289	278	470	0	DR3_20	3	3	2.2	149	17
ZDR	23	29	68	89	0	Nr3	8	8	1.8	153.2	37
AGC	14	43	63	150	0	DR3_20	8	8	3	155.4	9.3
AUR	31	46	109	147	0	DR3_10	120	120	2	158.4	19
PSO	22	48	143	195	0	DR3_20	4	4	2	160.4	11
OMG	14	33	80	102	0	DR3_10	6	6	2	163.2	11.5
NUE	64	152	241	360	0	DR3_20	2.5	3	2	165.5	11
SPE	93	212	421	259	0	DR3_20	70	70	2	166.9	61
NPI	117	239	357	419	0	DR3_20	2.3	2.3	1.8	167.2	12
SLY_0	12	76	117	84	0	DR3_20	10	10	2	169.5	12
CCY	0	223	6	7	0	DR3_20	14	14	1.8	173.4	25
DSX	5	3	21	40	0	DR3_20	15	15	2	188.5	230

表 I-6（続き）

Code	年ごとの流星数					モデル化した活動曲線の指数					
	2019	2020	2021	2022	2023	曲線種	C1	C2	C3	λs	*max*
SLY_1	8	26	69	131	0	DR3_10	3.5	3.5	2	191.5	6
OCT	27	9	55	154	0	DR3_20	55	55	3	192.55	65
SAN	2	3	22	6	0	Nr	27	27	1.8	196.8	1.4
XIE	11	12	21	16	0	DR3_6	18	18	1.8	198.2	30
STA_SE	235	519	918	935	0	DR3_15	12.5	12.5	1.7	201.5	48
OCU	38	49	147	127	0	DR3_15	30	30	2	202.5	65
EGE	71	87	199	358	0	DR3_10	4.3	4.3	2	203.7	9
LMI	85	113	160	341	0	DR3_20	12	12	1.5	209.2	40
TCA	59	63	213	283	0	dr3_10	6.5	6.5	1.6	209.5	7.5
ORI	2165	2641	4574	10035	0	DR3_10	37	37	1.3	209.5	320
LUM	13	8	67	109	0	DR3_10	21	21	1.5	214.8	23
SLD	14	16	63	63	0	DR3_20	21	21	1.3	221.5	15
STA_SF	285	190	767	3273	0	DR15_2022	22	22	1.3	222.2	157
KUM	25	70	152	132	0	DR3_20	9	9	1.4	222.8	19.5
OER	100	120	233	372	0	Nr3	8	3	1.8	223	32
AND	53	104	635	255	0	Nr_2021	20	20	2	224.5	23
RPU	11	32	40	47	0	DR3_20	3.7	3.7	2	226.2	7
NTA	1051	1548	3040	3538	0	DR3_20	19	19	1.3	226.5	112
LEO	305	741	1075	1697	0	DR3_10	17	13	0.9	235.4	140
ACA	17	13	35	60	0	dr3_20	4	4	1.5	239.5	12
AMO	26	29	46	85	0	DR3_20	65	65	0.8	239.6	17
NSU	12	16	25	53	0	DR3_6	35	35	1.3	241.7	8.5
NOO	277	310	959	1092	0	DR3_10	5	5	1.4	246.1	40
ORS	64	84	169	369	0	DR3_20	23	23	1.6	246.2	13
NAC	11	4	36	27	0	DR3_20	8	8	1.6	246.5	8
TPY_0	15	6	41	37	0	DR3_20	15	15	2	249.4	11
DKD	99	25	261	114	0	DR3_20	23	23	1.7	251	72
PSU	44	46	173	108	0	DR3_15	12	12	0.9	251.5	13.7
DAD	60	86	267	271	0	dr3_20	2	2	2	253.5	13
HYD	457	628	1832	1636	0	DR3_20	7	7	1.2	255.4	190
DRV	25	31	101	89	0	DR3_15	9	9	1.8	255.6	8
EHY	77	129	280	366	5	DR3_20	14	14	1.4	256.2	22
PUV	10	11	93	144	0	DR3_15	1.8	1.8	2.2	256.5	150
MON	168	304	752	678	0	DR3_20	12	12	1.7	258.1	45
GEM	2375	6746	11150	16924	0	DR3_15	37	37	1.7	261.85	7300
XVI	47	73	121	145	0	dr3_10	21	21	2	262.8	21
DAB	5	14	21	51	0	DR3_10	19	19	2	263.1	18
TPY_1	11	17	31	50	0	DR3_20	8	8	1.8	264.3	7.5
COM	321	730	941	2114	440	DR3_20	12	12	1	267.5	67
URS	87	265	177	353	0	DR3_20	47	47	1.2	270.65	470
DSV	76	127	255	439	86	dr3_20	6	6	1.3	271.5	18
KVE	0	1	25	71	0	DR3_15	11	11	0.9	274.9	36
JLE	0	12	8	23	12	DR3_6	14	14	1.4	281.6	40
QUA	16	543	1239	1089	902	DR3_20	42	42	1.8	283.25	1150
AHY	12	48	83	219	73	dr3_15	6.6	6.6	1.4	283.8	47
OLE	0	8	14	33	19	Nr	23	23	1	288.3	2.2
XCB	0	14	27	38	62	DR3_10	9	9	1.9	294.8	31
XUM	0	26	32	58	155	Nr3	27	27	1.7	298.6	97
GUM	0	30	17	47	151	DR3_20	15	15	1.8	299.8	26
ACB	6	25	19	114	125	DR3_20	45	45	2	307.5	21
AAN	3	22	13	73	58	DR3_20	4.5	4.5	1.7	312.5	7.5
FED	3	9	5	39	18	DR3_15	70	70	1	314.84	58
FHY	0	2	7	5	47	DR3_6	180	180	0.8	325.4	25
TTR	0	0	0	6	28	DR3_20	15	15	0.8	332.1	21
DNO	0	1	2	10	33	DR3_20	20	20	0.8	334.2	13
TSB	2	6	11	36	0	DR3_15	62	62	1	343.7	15
XHE	0	10	23	77	0	DR3_20	10	10	1.6	351.9	16
EVI	3	19	194	124	0	DR3_15	38	38	1	358	15
EOP	0	14	21	23	0	dr3_6	24	24	1.5	358.2	12

表 I-7：流星群の極大期における輻射点と軌道要素

Code	輻射点					軌道要素							
	λs	λ-λs	β	α	δ	V_g	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
BCO	13	174.6	30.1	199.6	24.5	26.6	0.945	0.696	22.7	248.0	13.0	259.4	-21.0	12.74
ZCY	16	300.4	59.1	299.2	40.2	43.5	0.867	0.909	74.3	143.4	16.0	184.6	35.1	6.84
DHE	19.6	231.9	46.5	256.2	23.9	49.3	0.944	0.749	85.1	241.2	19.6	208.4	-60.9	13.44
AED	20	293.1	30.1	307.2	12.0	60.6	0.949	0.734	121.4	116.8	20.0	245.9	49.7	14.37
PSR	24.7	211.4	34.7	241.7	14.6	45.1	0.985	0.439	67.9	277.7	24.7	314.4	-66.7	29.15
AVB	25	171.4	11.7	199.6	4.4	19.7	0.725	0.709	7.0	252.4	25.0	277.3	-6.7	2.57
ZCY	31.5	299.1	58.1	308.6	42.5	41.8	0.721	0.904	73.7	139.4	31.5	198.0	38.6	3.25
LYR	32.3	240.8	56.7	272.1	33.3	46.6	0.951	0.919	79.4	214.6	32.3	219.5	-33.9	18.64
HVI	39	166.2	-1.3	202.9	-11.0	18.4	0.739	0.758	0.7	65.2	219.0	284.2	0.7	2.91
ARC	39.5	312.7	56.5	323.8	47.3	41.3	0.852	0.834	69.6	128.8	39.5	196.1	46.9	5.66
BAQ	44	279.3	13.3	321.3	-1.2	68.3	0.914	0.929	156.5	146.6	44.0	255.1	12.7	10.86
ETA	44.3	294.0	7.6	337.1	-1.4	65.4	0.949	0.564	163.7	95.4	44.3	308.6	16.2	11.06
GAQ	48	262.5	33.3	304.1	14.5	62.0	0.911	0.984	122.8	198.8	48.0	217.5	-15.7	11.00
PCY	49.5	278.1	71.5	296.6	53.4	39.4	0.930	1.007	65.4	173.8	49.5	226.9	5.7	14.42
ELY	50.2	256.3	64.5	290.7	43.7	44.0	0.955	1.000	74.4	191.6	50.2	233.4	-11.1	21.99
MBC	55	245.8	4.8	302.0	-15.3	65.7	0.932	0.565	169.7	265.1	55.0	150.0	-10.3	8.29
TAH	69.45	125.3	36.9	208.9	28.0	11.4	0.641	0.991	10.5	199.5	69.5	268.7	-3.5	2.76
PAN	72	307.1	43.6	355.3	46.6	50.4	0.963	0.713	89.6	113.3	72.0	251.0	66.7	19.54
JMC	72	323.5	43.6	10.7	53.2	42.7	0.912	0.600	69.5	98.3	72.0	184.6	68.0	6.85
ARI	79.5	330.6	7.8	45.3	25.2	40.8	0.970	0.071	30.1	27.3	79.5	103.6	13.3	2.37
JEC	82.6	249.2	47.9	315.3	33.7	52.7	0.949	0.921	95.5	216.0	82.6	258.6	-35.8	18.02
JRC	84	262.2	55.4	320.7	44.5	49.7	0.938	1.007	88.2	190.6	84.0	264.3	-10.6	16.16
SSG	87	186.7	-6.5	274.2	-29.9	25.2	0.777	0.462	6.2	104.3	267.0	11.4	6.0	2.07
JBO	90.3	101.2	59.4	221.1	48.5	14.0	0.680	1.015	18.4	184.7	90.3	274.8	-1.5	3.17
DPI	91.2	280.4	1.0	10.2	5.5	69.8	0.962	0.919	178.1	143.5	91.2	307.7	1.1	24.12
JEO	92	152.7	13.1	245.1	-8.2	13.7	0.659	0.889	5.0	226.8	92.0	318.7	-3.7	2.61
JIP	94.1	252.4	37.8	331.7	29.3	58.5	0.955	0.898	112.4	220.4	94.1	256.1	-36.8	20.17
FPE	95.8	254.9	15.9	345.2	11.0	66.7	0.936	0.843	150.7	229.6	95.8	230.1	-21.9	13.17
PPS_0	98.5	282.9	16.1	13.3	23.2	66.3	0.876	0.879	150.8	135.2	98.5	319.4	20.1	7.06
NZC	101	209.5	12.4	309.6	-5.6	38.9	0.942	0.110	38.3	327.0	101.0	74.0	-19.7	1.90
MIC	101.3	208.8	-10.3	315.7	-27.6	40.0	0.958	0.094	34.9	148.7	281.3	74.8	17.3	2.24
TCS	104.6	303.6	52.7	13.7	65.4	46.3	0.893	0.858	80.9	131.9	104.6	274.6	47.3	8.03
CAN	105	298.1	32.8	27.0	46.5	57.1	0.918	0.684	112.9	108.5	105.0	334.4	60.9	8.35
JPE	109.6	244.6	14.6	348.8	11.1	63.8	0.949	0.574	148.6	263.9	109.6	206.7	-31.2	11.34
ZCS	113.6	277.9	42.7	7.5	50.8	57.1	0.934	0.996	107.6	163.5	113.6	298.7	15.7	15.02
JXA	115	283.2	-5.5	37.7	9.0	68.8	0.937	0.865	169.9	313.7	295.0	340.8	-7.3	13.73
XCS	116.3	185.1	8.4	301.8	-11.7	25.1	0.791	0.486	7.7	280.5	116.3	36.9	-7.5	2.32
PPS_1	117.5	280.5	17.7	29.1	30.8	66.1	0.842	0.926	148.3	143.8	117.5	329.4	18.1	5.86
GDR	125.5	167.3	73.4	280.1	50.7	27.6	0.978	0.978	40.4	202.1	125.5	322.7	-14.1	44.39
CAP	126.9	178.6	9.9	305.4	-9.3	22.1	0.759	0.599	7.2	267.1	126.9	33.9	-7.2	2.49
SDA	126.9	208.4	-7.4	340.0	-16.4	40.4	0.968	0.079	26.8	151.1	306.9	100.7	12.6	2.47
ERI	132.3	260.0	-27.4	39.5	-13.5	64.2	0.942	0.951	132.2	29.4	312.3	291.6	21.4	16.31
AXC	135.5	252.1	42.6	3.8	49.1	55.5	0.914	0.909	104.2	218.5	135.5	304.5	-37.1	10.56
PER	140.5	283.4	38.3	49.2	58.1	58.8	0.923	0.945	113.0	149.4	140.5	333.5	27.9	12.30
KCG	141.5	162.9	71.1	286.4	49.6	22.4	0.724	0.971	33.9	205.8	141.5	343.3	-14.0	3.51
ADC	143.65	180.1	2.2	325.3	-11.5	23.8	0.810	0.552	1.8	270.9	143.7	54.6	-1.8	2.91
AXD	147.2	140.6	82.8	274.3	59.7	21.8	0.654	1.006	34.8	189.4	147.2	334.9	-5.3	2.91
NDA	149	206.8	7.0	353.4	4.8	37.9	0.950	0.105	20.4	327.2	149.0	117.9	-10.9	2.09
ZDR	153.2	52.7	84.6	258.9	63.8	21.9	0.647	1.010	35.0	176.7	153.2	330.5	1.9	2.86
AGC	155.4	263.2	63.6	358.0	76.6	43.9	0.892	1.005	75.6	188.1	155.4	337.4	-7.8	9.28
AUR	158.4	292.6	15.8	91.2	39.2	65.5	0.961	0.667	148.2	108.0	158.4	47.5	30.1	16.93
PSO	160.4	267.4	-24.3	69.8	-2.4	65.5	0.874	1.002	138.3	9.5	340.4	333.3	6.3	7.96
OMG	163.2	307.1	17.1	115.2	38.8	58.1	0.948	0.300	130.8	63.7	163.2	110.3	42.7	5.72
NUE	165.5	259.1	-21.3	66.4	0.1	65.4	0.866	0.912	141.9	37.3	345.5	314.6	22.0	6.78
SPE	166.9	249.1	21.1	47.4	39.6	64.0	0.944	0.718	138.7	245.9	166.9	287.6	-37.1	12.76
NPI	167.2	196.7	3.8	2.1	5.1	28.7	0.830	0.287	5.1	305.2	167.2	112.5	-4.2	1.68
SLY_0	169.5	294.9	33.5	111.7	55.8	58.7	0.928	0.752	114.6	118.4	169.5	27.1	53.1	10.47
CCY	173.4	140.1	52.6	300.2	33.6	14.7	0.651	0.958	18.3	208.4	173.4	20.6	-8.6	2.74
DSX	188.5	330.6	-11.5	156.5	-2.5	32.3	0.869	0.147	24.3	213.4	8.5	219.5	-13.1	1.12

表 I-7（続き）

Code	輻射点						軌道要素							
	λs	λ-λs	β	α	δ	V_g	e	q	i	ω	Ω	λ_Π	β_Π	a
SLY_1	191.5	277.5	23.9	115.2	45.7	66.3	0.919	0.966	138.5	158.4	191.5	28.0	14.1	11.97
OCT	192.55	281.6	62.0	167.6	78.6	45.8	0.946	0.991	77.9	169.1	192.6	10.2	10.7	18.44
SAN	196.8	214.4	29.8	37.9	46.5	16.9	0.516	0.396	21.4	320.5	196.8	159.3	-13.4	0.82
XIE	198.2	228.1	-27.8	69.1	-6.1	54.2	0.981	0.383	103.0	104.1	18.2	240.0	70.9	19.75
STA_SE	201.5	195.8	-4.4	36.4	9.8	28.8	0.831	0.301	5.7	122.6	21.5	144.2	4.8	1.78
OCU	202.5	279.1	46.8	145.7	64.2	55.5	0.942	0.979	100.7	164.2	202.5	25.5	15.5	16.87
EGE	203.7	254.9	5.1	99.7	28.3	68.7	0.917	0.789	170.4	235.7	203.7	328.4	-7.9	9.52
LMI	209.2	298.0	26.2	160.3	36.8	61.3	0.959	0.616	124.5	102.8	209.2	97.3	53.4	15.15
TCA	209.5	283.4	13.4	139.7	29.8	67.0	0.808	0.843	155.1	131.2	209.5	75.5	18.5	4.39
ORI	209.5	246.6	-7.5	96.3	15.8	65.5	0.916	0.557	163.8	85.4	29.5	304.3	16.1	6.65
LUM	214.8	284.4	36.8	158.2	49.2	60.5	0.952	0.915	115.1	146.9	214.8	50.3	29.6	18.91
SLD	221.5	265.2	53.5	161.6	68.0	48.9	0.741	0.986	88.5	189.8	221.5	41.8	-9.8	3.81
STA_SF	222.2	192.3	-4.5	53.2	14.5	28.5	0.837	0.351	5.4	114.7	42.2	157.0	4.9	2.16
KUM	222.8	268.0	29.7	144.4	45.8	64.8	0.933	0.988	129.2	186.9	222.8	38.4	-5.3	14.81
OER	223	187.1	-18.7	52.6	-0.3	28.7	0.874	0.472	19.1	97.1	43.0	140.5	18.9	3.74
AND	224.5	165.9	18.2	21.2	28.5	18.1	0.751	0.763	9.4	242.4	224.5	106.6	-8.3	3.06
RPU	226.2	269.6	-43.5	125.1	-25.5	57.5	0.902	0.990	106.3	2.2	46.2	45.6	2.1	10.14
NTA	226.5	192.1	2.4	55.8	22.2	28.3	0.833	0.352	2.9	294.7	226.5	161.2	-2.6	2.11
LEO	235.4	272.5	10.3	153.9	21.8	69.7	0.829	0.984	162.0	171.6	235.4	63.4	2.6	5.74
ACA	239.5	216.8	-41.8	95.0	-18.5	43.7	0.917	0.553	70.0	85.4	59.5	136.3	69.5	6.69
AMO	239.6	239.5	-19.9	117.2	0.8	61.7	0.963	0.469	133.3	94.0	59.6	323.7	46.5	12.74
NSU	241.7	245.1	43.2	148.9	59.4	54.4	0.925	0.813	98.9	230.8	241.7	51.0	-49.9	10.88
NOO	246.1	204.0	-7.9	90.1	15.5	42.9	0.992	0.111	24.6	141.4	66.1	210.2	15.0	13.22
ORS	246.2	190.1	-4.7	75.6	18.0	27.4	0.820	0.392	5.1	109.7	66.2	175.9	4.8	2.18
NAC	246.5	286.2	-20.5	165.0	-16.0	66.6	0.934	0.812	141.8	309.3	66.5	110.3	-28.6	12.31
TPY_0	249.4	261.2	-39.3	138.3	-25.5	60.1	0.951	0.955	112.5	20.7	69.4	61.2	19.1	19.52
DKD	251	243.0	61.5	186.1	70.5	43.8	0.910	0.929	73.2	208.6	251.0	79.9	-27.3	10.28
PSU	251.5	258.0	35.6	168.1	44.2	60.9	0.896	0.917	117.2	211.4	251.5	55.9	-27.6	8.78
DAD	253.5	264.2	62.7	204.6	62.2	40.6	0.604	0.981	72.0	188.5	253.5	76.1	-8.1	2.48
HYD	255.4	231.0	-16.5	124.7	2.7	58.8	0.982	0.255	129.1	119.7	75.4	303.2	42.4	14.27
DRV	255.6	286.0	15.0	187.5	13.1	68.2	0.935	0.795	152.0	126.8	255.6	125.3	22.1	12.16
EHY	256.2	237.8	-14.8	132.2	2.4	62.1	0.964	0.375	142.3	105.1	76.2	327.3	36.2	10.31
PUV	256.5	268.3	-61.6	134.7	-49.2	41.6	0.612	0.984	74.1	3.2	76.5	77.4	3.0	2.53
MON	258.1	202.5	-14.8	100.4	8.3	41.4	0.983	0.185	35.3	129.8	78.1	213.6	26.4	10.71
GEM	261.85	208.0	10.5	113.3	32.4	33.8	0.889	0.146	22.9	324.1	261.9	228.1	-13.2	1.31
XVI	262.8	291.6	-5.2	191.3	-10.5	68.1	0.950	0.624	169.4	284.4	82.8	158.2	-10.3	12.45
DAB	263.1	298.1	32.6	212.1	21.9	59.4	0.972	0.675	113.5	111.2	263.1	128.9	58.7	24.18
TPY_1	264.3	259.6	-32.9	152.0	-23.9	63.0	0.936	0.929	122.5	27.9	84.3	68.4	23.2	14.46
COM	267.5	242.9	21.1	161.0	30.9	62.8	0.943	0.557	134.2	263.9	267.5	6.2	-45.5	9.77
URS	270.65	218.8	72.1	219.4	75.4	33.1	0.814	0.940	52.8	205.6	270.7	106.8	-20.2	5.06
DSV	271.5	293.4	15.0	208.5	4.4	66.1	0.950	0.612	148.8	103.0	271.5	166.4	30.3	12.23
KVE	274.9	259.4	-59.6	142.3	-50.5	43.3	0.657	0.969	76.8	15.4	94.9	98.5	15.0	2.82
JLE	281.6	219.5	10.2	147.0	24.1	51.9	0.991	0.049	103.6	335.3	281.6	287.8	-23.9	5.67
QUA	283.25	276.7	63.8	230.0	49.7	40.4	0.640	0.980	70.9	172.0	283.3	100.6	7.5	2.72
AHY	283.8	207.9	-26.2	127.1	-8.0	43.6	0.969	0.285	58.1	116.2	103.8	236.8	49.6	9.28
OLE	288.3	209.2	-7.3	137.7	8.6	46.5	0.995	0.052	37.4	154.0	108.3	267.1	15.4	10.11
XCB	294.8	307.3	50.8	250.2	29.3	45.4	0.826	0.775	78.1	122.0	294.8	96.5	56.0	4.45
XUM	298.6	218.1	25.8	169.5	32.8	41.0	0.853	0.221	67.2	313.2	298.6	276.2	-42.2	1.50
GUM	299.8	218.8	74.5	229.7	67.3	29.4	0.654	0.954	48.2	202.7	299.8	135.4	-16.7	2.75
ACB	307.5	271.4	44.7	231.3	27.9	57.2	0.918	0.984	104.5	176.5	307.5	128.4	3.4	11.97
AAN	312.5	211.0	-17.4	158.1	-9.6	43.9	0.957	0.138	56.6	139.3	132.5	287.2	33.0	3.19
FED	314.84	230.6	76.0	239.3	61.8	35.2	0.947	0.970	55.3	194.6	314.8	143.2	-11.9	18.28
FHY	325.4	160.7	-18.9	123.9	0.4	16.1	0.693	0.823	8.4	53.6	145.4	198.7	6.8	2.68
TTR	332.1	285.4	-43.9	247.0	-66.4	56.3	0.939	0.916	103.0	328.0	152.1	160.1	-31.1	14.94
DNO	334.2	271.5	-24.9	237.8	-45.7	66.7	0.918	0.987	137.3	354.2	154.2	158.5	-4.0	11.99
TSB	343.7	220.8	36.7	216.7	24.6	49.4	0.987	0.497	82.0	270.2	343.7	255.1	-82.0	37.88
XHE	351.9	249.0	70.8	255.9	48.8	34.5	0.629	0.982	59.3	194.1	351.9	179.2	-12.1	2.65
EVI	358	187.0	5.3	186.7	2.8	27.2	0.818	0.439	5.4	284.0	358.0	282.0	-5.2	2.42
EOP	358.2	262.8	6.7	260.7	-16.5	70.8	0.937	0.954	168.4	204.0	358.2	154.6	-4.7	15.23

３．前回の流星群表との比較

今回初登場したものの多くは、活動が弱くて前回は活動をはっきりと捉えることができなかったものである。また、一部、南天の流星群も含まれるようになった。その一方で、今回取り上げなかったものには、0027KSE、0152NOC、0183PAU、0388CTA、0097SCC、0096NCC がある。KSE の場合は前回基準とした KSE03 が IAUMDCSD から削除されたためで、詳しくは「注意が必要な流星群」を参照されたい。他の 4 つの活動は今回適用して基準を満たさなかったためである。SCC と NCC については「注意が必要な流星群」で詳しく説明した。

調査の方法は前回と同じであるが、唯一、異なるのは流星が群に属するかの判定に地心速度の回帰直線から ±3km/s 以上離れた流星を排除したことである。今回は散在流星に比べて出現数があまり多くない流星群が多いため、散在流星の可能性があるものを除く必要があるためである。この違いは、前回取り上げた流星群に対しては、大きな影響を及ぼしていない。

前回と今回での大きな違いは使用したデータベースにあるので、SonotaCo ネットのデータと GMS とではどのような違いがあるか述べておく。4 点ある。

第一は流星数の違いである。今回使用した GMN の流星数は前回の 2 倍以上あり、これによりさらに弱い活動の流星群が検出されるようになった。しかし、GMN の観測数は指数関数的に増加しており、流星群の年変化を考察するには注意が必要である。また、これにより、2022 年の観測に依存することが多く、2022 年の観測条件が大きく影響を与えていることにも注意せねばならない。

第二は観測期間の違いである。前回の SonotaCo ネットは 2007~18 年の観測を用いたが、今回の GMN の観測は 2019~23 年 2 月までである。そのことにより、今回は 2007~9 年に活発化したオリオン群の活動については触れることができなかったが、逆に 2021 年のアンドロメダ群、2022 年の 73P/Schwassmann-Wachmann 3 彗星関連群の突発についてのデータが得られている。

第三は観測地点の経度に広がりがあることである。西ヨーロッパと北アメリカの観測が主体であるが、ほぼ半日間の連続した観測が得られ、極大が短時間である流星群を捉えることができるようになった。上で触れた突発を捉えているのもこのためである。しかし、経度による観測地点数に違いがあるので、流星数の増減が必ずしも流星群の活動変化を示さないことは当然であり、注意が必要である。

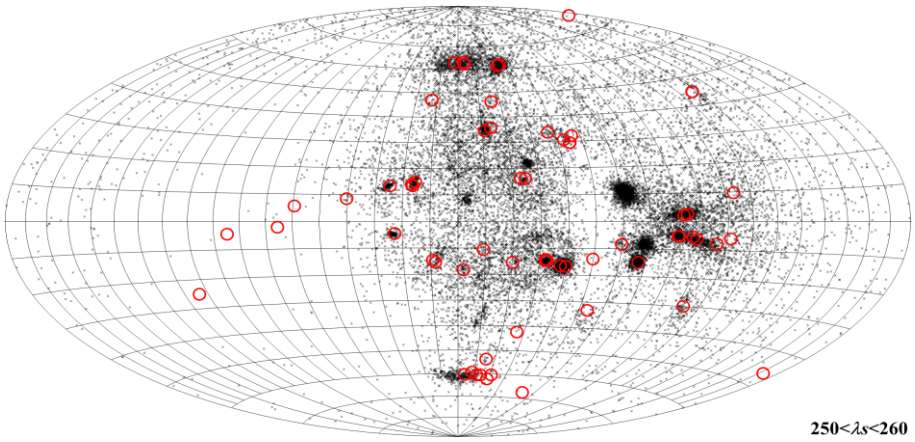


図 I-9：(λ-λs, β)座標系で表したλs = 250~260 の GMN で観測された輻射点分布。中心は(λ-λs, β) = (270, 0)。

最後は、GMN には南天の観測が含まれることである。まだ観測量は少ないが、図 I-9 に示すように南天の活動を捉えることが可能となっている。南半球は海が多いので、時間的に連続した観測ではないが、今回は 0255PUV00、0784KVE00、1166TTR00、0915DNO00 のように赤緯が-40 度以南の流星群も捉えられている。今後の展開によって、新しい流星群の発見、また、従来は眼視観測のみから論じられていた流星群について有用な知見がもたらされるものと期待される。

４．謝辞

本稿は観測者諸氏の熱心な活動がなければなし得なかったものであり、筆者として SonotaCo ネット、GMN のメンバーに心よりの感謝をささげる。

参考文献：基本的な元データに限定する。

GMN の流星データ：https://globalmeteornetwork.org/data/traj_summary_data/
GMN の流星群表：https://globalmeteornetwork.org/projects/2023_gmn_shower_table/
SonotaCo ネットの J14 リスト：https://sonotaco.jp/doc/PDA/J14/
IAUMDCSD：https://www.ta3.sk/IAUC22DB/MDC2022/

II.注意が必要な流星群

IAUMDCSD もそうだが、この流星群表についても困るのは、「表に掲載している流星群はその通りに存在する」という受け止め方をされることである。0027KSE は「確定群」とされているが、前回基準として用いた KSE03 は削除された。ところが KSE03 の隣にある 0839PSR00 は未確定ながら、しっかりとした活動をしている。この KSE と PSR の関係については以下で詳しく説明する。似たような状況は多くあるが、本稿に関係する範囲に限定して、「I. 調査方法及び調査結果の概要」だけでは誤解を招く可能性があるものについて説明することとする。簡単な説明で済む場合には、「III. 輻射点分布図と活動曲線」の中で補足した。取り上げるのは次の 14 の事例である。

１．0027KSE と 0839PSR
２．0040ZCY と 0348ARC
３．0061TAH：木星族の彗星に関連する流星群の名称
４．0372PPS の周辺
５．0165SZC と 0370MIC
６．0012KCG 周辺：0012KCG, AXD, 0073ZDR, 0197AUD
７．0033NIA と 0215NPI
８．オリオン群の尻尾
９．0081SLY00 と 0081SLY01
１０．0480TCA と 0481OML
１１．0002STA と 0017NTA の細分化
１２．0338OER と 0490DGE
１３．0340TPY00 と 0340TPY01
１４．0096NCC と 0097SCC

１．0027KSE と 0839PSR

KSE の最初の観測はスーパーシュミットで捉えられたわずか 4 個の写真流星である。しかし、現在のビデオ観測では対応する流星群は見出されていない。PSR の位置は写真流星の位置と一致するが活動時期が太陽

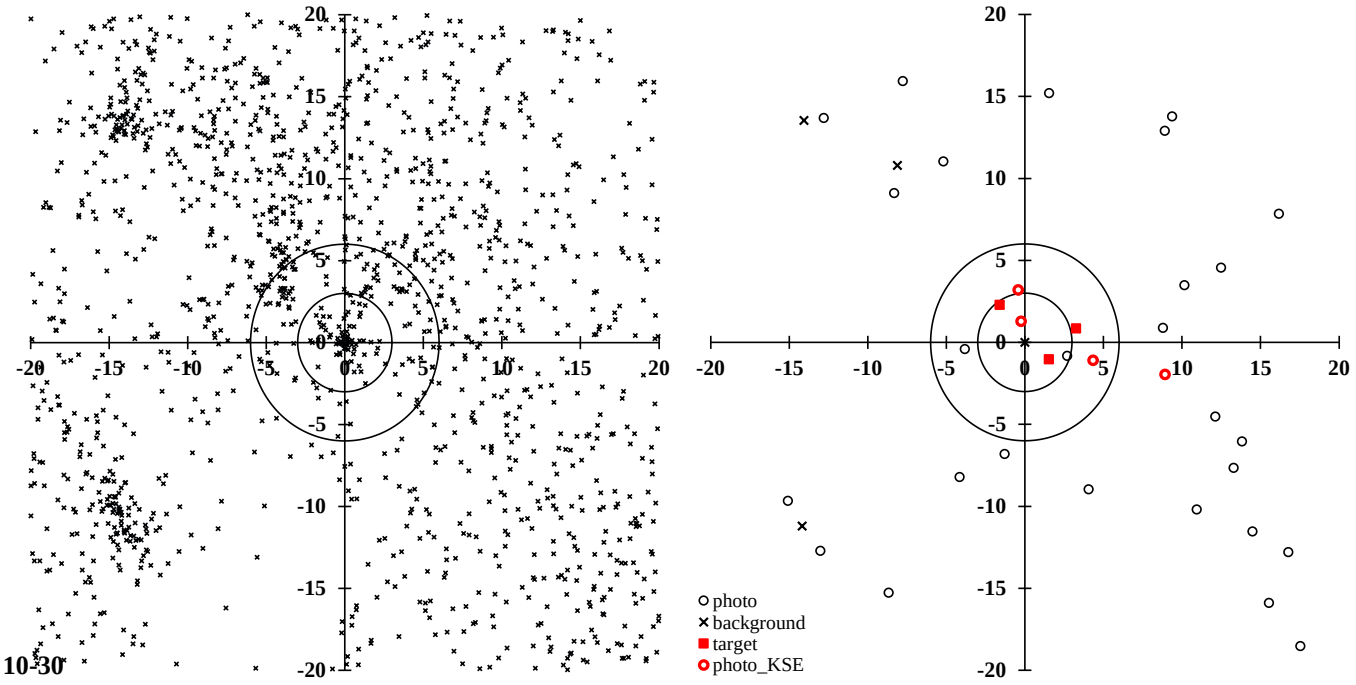


図 II-1-1：KSE 周辺の輻射点分布。a: GMN(左)、b: IAUMDCSD(右)。

表 II-1-1：図 II-1-1b に登場する IAUMDCSD の輻射点。

Code	λs	$\lambda-\lambda s$	β	V_g	距離	方位	x	y
0027KSE00	14.7	207.7	35.1	45	3.36	285	3.26	0.84
0517ALO00	15.5	226.9	22.1	55.7	18.06	128	-14.18	-11.19
0027KSE01	15.7	209.9	33.3	45.01	1.84	236	1.53	-1.03
0841DHE00	19.5	232.1	46.3	49.5	19.53	46	-14.07	13.54
0027KSE02	20	213.7	36.6	46.7	2.79	35	-1.60	2.29
0836ABH00	20.3	223.1	44.6	47.5	13.50	37	-8.12	10.79
0839PSR00	25.1	211.7	34.3	46.3	0.00	0	0.00	0.00

黄経で 10 度ほど遅い。図 II-1-1 は PSR($\lambda-\lambda s$, β) = (211.69, 34.29)を中心としてλs=10~30 の範囲の流星活動を示している。左側は GMN の観測で、右側は IAUMDCSD の KSE を■、その他の流星群を×、写真流星を○（最初に KSE とされたものは◯）で

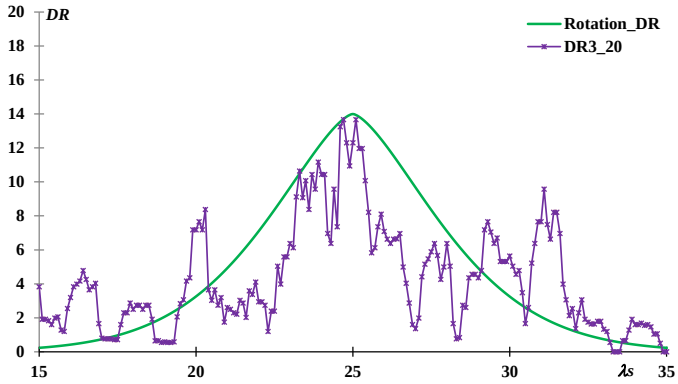


図 II-1-2：KSE03 から推定される活動曲線。

表したものである。図 II-1-1b に登場する IAUMDCSD の輻射点は表 II-1-1 に示す。PSR は KSE と同定できるように見えるが、PSR の活動曲線は狭く、写真観測の KSE の平均λs=14.7 での活動は考えられない。IAUMDSD には現在 3 つの登録があるが、KSE00 と KSE01 はいずれもこれら 4 個の写真流星を基礎としている。KSE02 は CAMS の観測で 3 度の円の左上のものだが、これは後述のように PSR と図 II-1-1a で 6 度の円の左上にある活動とを混ぜ合わせたものと推定できる。この 6 度の円上の活動は CAMS の観測による KSE03 に相当する（現在の IAUMDCSD では削除されている）。参考のために KSE03 を基に他の流星群と同様の処理を行って推定される活動曲線を図 II-1-2 に示す。

ビデオ観測でも写真観測でも、この領域で得られる輻射点は多く、写真観測で KSE とされたものは散在流星の偶然の集合か、或いは、半世紀前に活動していて現在では見られなくなったものかもしれない。

SonotaCo ネットと GMN もともに PSR を掲載している。GMN では面白いことに KSE として今は IAUMDCSD から削除されている KSE03 を KSE の値として採用している。

２．0040ZCY と 0348ARC

ZCY はもともと、Jacchia と Whipple が”precision orbit”として測定された 413 個の写真流星の中から 2 個のよく似た流星について#40 の番号を付けたものに対して、Jenniskens が 10 度以上も離れた Sekanina のレーダー観測を結び付けたものである。現在では写真観測の#40 とは別の活動が 0040ZCY と呼ばれている。

図 II-2-1a は$(\lambda-\lambda s, \beta)=(307, 59)$を中心として$\lambda s$=0~50 の期間の GMN による輻射点分布を示したものである。0040ZCY、0348ARC、0409NCY がいずれも雑然とした輻射点分布の中に存在していることが分かる。輻射点分布を太陽黄経で 5 度ごとに区切ってみると、周囲の活動から比較的はっきりと区別できるのは ARC である。一方の ZCY の活動は活動曲線から、λs=15 付近(ZCY01)とλs=30 付近(ZCY02)の 2 つに分けられるようにみえる。

このことから本稿では ZCY01(λs = 5~25)、ZCY02(λs = 20~40)、ARC00(λs = 30~50)の 3 つの活動に分けている。図 II-2-1b はそれぞれの期間の輻射点移動を示したもので、ZCY01 と ARC00 は図上を右から左（西から東）に移動しているが ZCY02 は、ほぼ静止し、下から上（やや左から右）に移動するという奇妙な動きをしている。しかし、活動曲線がきれいに増減を示すのは ZCY02 である。

輻射点移動を考慮すると ARC と ZCY02 の活動はλs=30~35 の範囲で接近しており、ZCY02 を介して ZCY01 から ARC に接続している可能性も否定できない。ZCY02 の奇妙な輻射点移動は ZCY01 と ARC の干渉によるものかもしれない。ZCY01 また ARC の活動曲線には、ZCY02 の活動の影響がみられる。

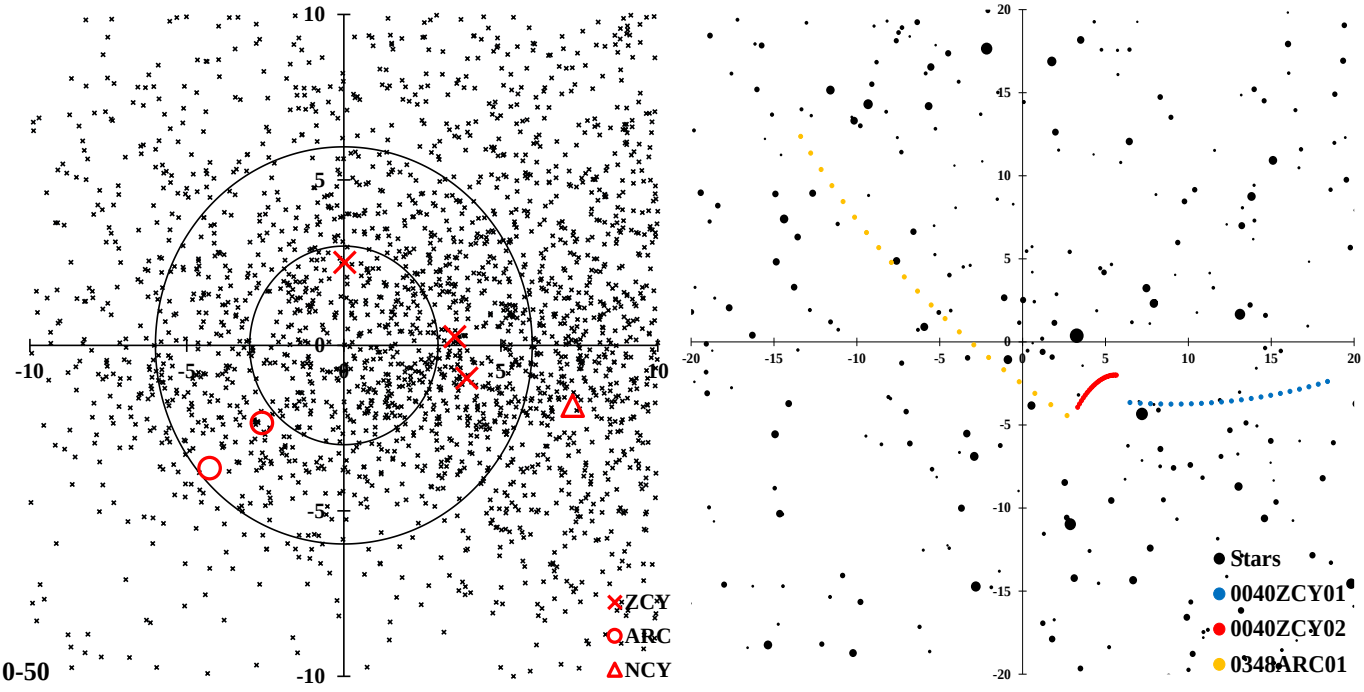


図 II-2-1：ZCY と ARC 周辺の輻射点分布。a: GMN(左)、b: 本稿で推定した輻射点移動経路。

輻射点分布に見られるように周囲の散在流星の活動は活発であり、確実な結論を得るにはさらなる観測が必要である。0409NCY は散在流星の活動または ZCY の一部と考えられる。

SonotaCo ネットの J14 リストには ZCY も ARC も登場しない。GMN は 2 つを掲載しているが ZCY を 1 つとしてまとめている。

３．0061TAH：木星族の彗星に関連する流星群の名称

2022 年に 73P/Schwassmann-Wachmann 3 から放出された流星物質が地球と遭遇して活発な流星群の活動が見られた。しかし、これを TAH(tau-Herculids)と呼ぶことはあまり適切ではないと考えられる。

一つには TAH は Southworth と Hawkins によって D_{SH} を用いて写真観測から検出、命名された流星群で、非常に輻射点の広がりが大きいことである。TAH00 の輻射点(λ-λs, β) = (135.51, 54.79)を中心にλs = 57.6~87.6 の期間に得られた輻射点の分布を図 II-3-1a に示す。実は tau Herculids は左の図で◇で示した 2 個の写真流星に対して名づけられたものである。その後、Lindblad により＋で表した 14 個の写真流星からなる流星群が同じものと考えられて、これも tau Herculids(TAH00)と呼ばれるようになったのである。しかし、◇の写真流星はそれぞれ、λs＝89.40、λs＝93.80 で観測されたもので、TAH00 よりかなり後に出現しているものである。この同定自体にも問題があるが、写真流星は半径で 20 度近い範囲に広がっている。図 II-3-1b は同じ期間に GMN で観測された流星である。右下に見えているのが 2022 年に観測された活動による輻射点である。流星群を軌道(D_{SH})によって定義するか、輻射点と地心速度によって定義するかで大きな違いを生じる例である。

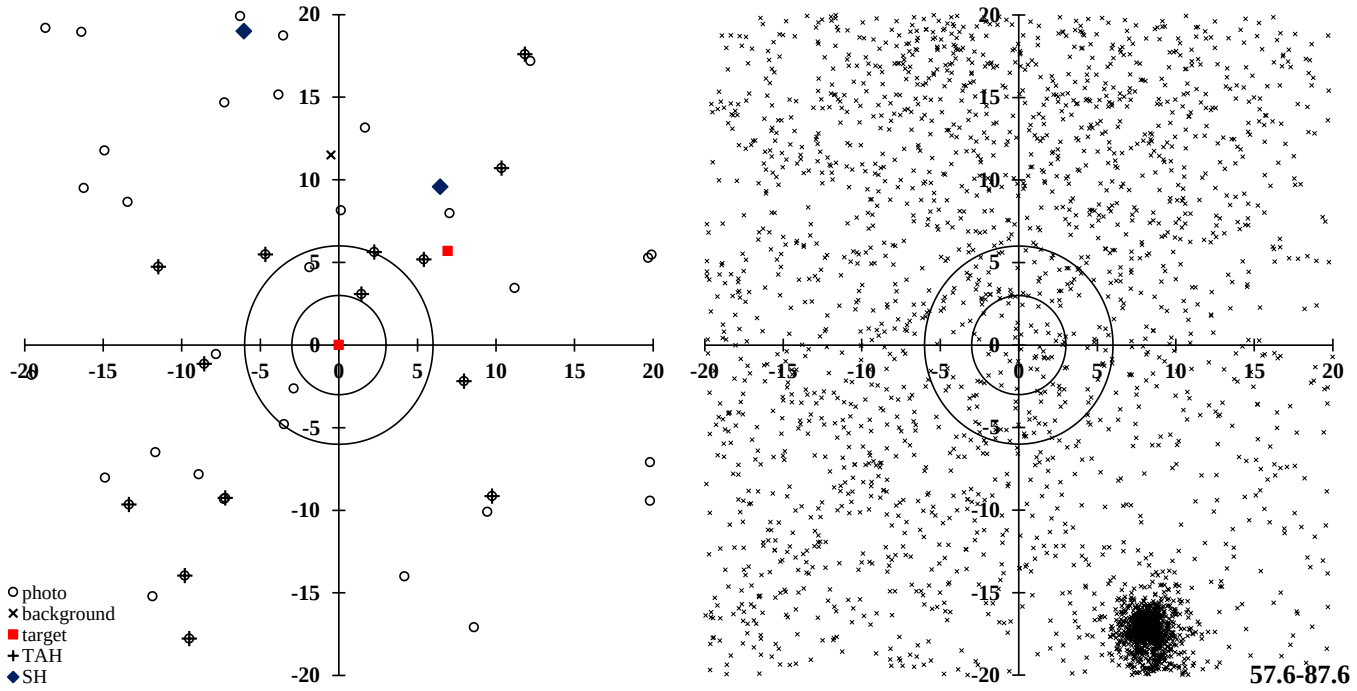


図 II-3-1：TAH 周辺の輻射点分布。a: IAUMDCSD と写真観測(左)、b: GMN(右)。

次に木星に接近する軌道をもつ彗星、流星群は軌道がしばしば大きく変化して、輻射点の位置も大きく変化することである。表 II-3-1 は名前の元となったヘルクレス座τ星を中心にとって、輻射点の位置関係を示したものである。H2-7920 と H2-12711 は tau Herculids の名前の元となった流星、TAH00 と TAH02 は IAUMDC に登録されている流星群。GMN は 2022 年に GMN で観測された結果、2022~2049 は Jenniskens の大著の中で触れられている予想値である。輻射点の名称は近い恒星の名前からとるという大原則が大きく崩れることが分かる。

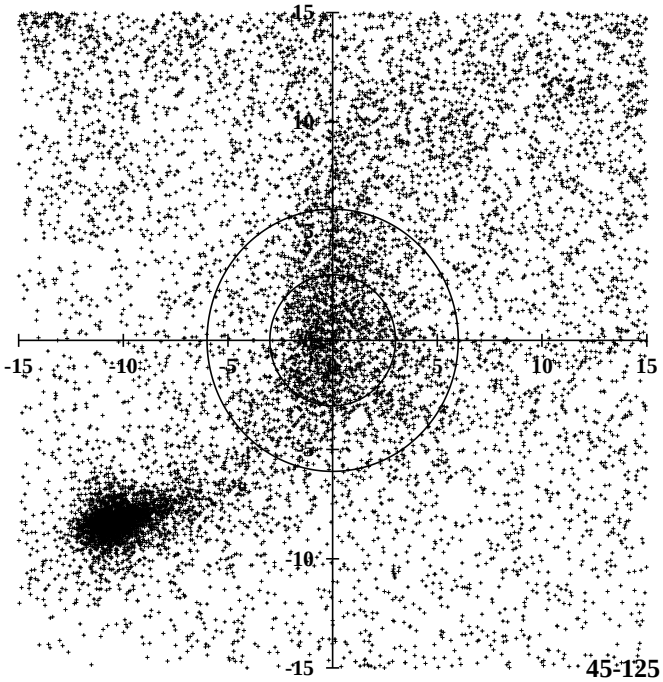
表 II-3-1 : TAH として観測された流星と流星群のヘルクレス座τ星からの方向角と距離。

Source	α	δ	方向角	距離
22 tau Her	244.9	46.3		
H2-7920	258.9	50.3	61.4	10.1
H2-12711	238.2	46.3	271.7	4.7
0061TAH00	228.5	39.9	247.8	13.6
0061TAH02	230.4	44.8	266.8	10.3
GMN	208.9	28.0	249.8	33.6
2022	210.0	27.4	247.7	33.3
2027	200.4	10.2	240.8	52.2
2049	200.0	9.3	240.5	53.2

このように発見当初の位置から輻射点が大きく移動して名前にそぐわなくなることは、軌道が木星に近づく場合には珍しくない。現在、IAUMDCSD では母天体の名前を用いないということになっているが、再考の必要がある。

最後に、今回のデータは 2022 年のものであり、毎年出現するわけではないことと強調しておく。輻射点の位置も活動曲線も次の出現の時には違ったものになるということである。

４．0372PPS の周辺



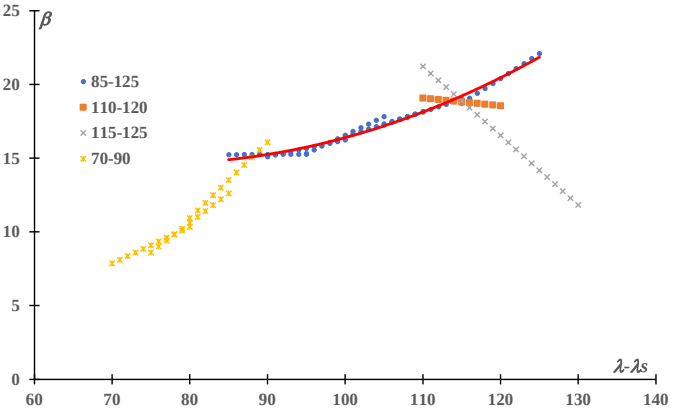


図 II-4-1：”PPS”の輻射点移動。a: GMN(左)、b: 太陽黄経 10 度ごとの輻射点の黄緯の推算値(上)。

(λ-λs, β) = (282.4, 16.4)を中心としたλs = 45~125 の期間の輻射点分布は図 II-4-1a のようになる。中心が PPS で、左下が ETA である。あたかも ETA から PPS を通って上に伸びる活動があるかのようである。「オリオン群の尻尾」という存在があるが、水瓶から魚に流れる水とも例えられそうである（星座としては、みずがめ座から流れ出た水は、みなみのうお座の口に流れ込む)。この流れのどこからどこまでを PPS の活動とみなすのかは、「オリオン群の尻尾」の中の活動をどう区切るかという問題に似て複雑である。

λs = 85 における輻射点を(λ-λs, β) = (285, 13)と仮定して、他の流星群の場合と同様に回帰直線が収束するようにして輻射点移動を求め、太陽黄経で前後 5 度の位置を次の輻射点として、この操作を繰り返した。

輻射点の黄緯(β)について結果を示すと図 II-4-1b のようになる。λs < 85 はそれ以前とは異質のようにみえる。このλs < 85 の活動が ETA とどのようにかかわるのかは今後の課題である。λs > 85 でもλs = 115 を中心として求めた輻射点移動(λs = 110~120 の線)は異質である。(λ-λs, β) = (279.0, 16.0)を中心にλs = 115~125 の輻射点分布について調べると、図でλs =115~125 として+で示している移動が求められる（図ではこの結果を前後に各 5 度外挿している)。図 II-4-1a で中心から右下方向に広がっている輻射点分布に相当する。

５．0165SZC と 0370MIC

現状の IAUMDCSD では 0370MIC と分類されるべきものが 0165SZC に入れられている。表 II-5-1 に見るように 0165SZC00, 01 はそれ以下の報告と全く異なっている。0165SZC02 以下は 0370MIC00 と同一の活動であることは明らかである。これは評価(s)が確定群(1)であるか、未確定(0)であるかによって注目度が異なっているためと考えられる。0370MIC00 の報告は 2010 年であり、0165SZC02 以下の報告は 0370MIC に含まれるべきものである。

表 II-5-1：IAUMDCSD における SZC と MIC の混乱。

Code	s	α	δ	V_g	λs	λ-λs	β	References
0165SZC00	1	304.80	-33.92	33.17	79.70	219.50	-13.94	1] Gartrell & Elford, 1975
0165SZC01	1	304.7	-32.8	38.6	80.5	218.89	-12.83	2] Brown et al., 2008
0165SZC02	1	319.3	-27.6	39.2	104	209.24	-11.26	3] Jenniskens et al., 2016
0165SZC04	1	320.4	-26.5	39.9	106.5	208.03	-10.51	5) Shiba, 2022
0370MIC00	0	320.3	-28.3	38	104	209.87	-12.20	1] Brown et al., 2010

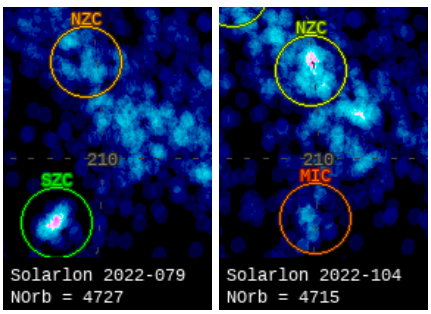


図 II-5-1: CMOR の観測。

0165SZC01 と 0370MIC00 はともに CMOR の観測であり、現在でも SZC と MIC は全く別の流星群であることが CMOR の画像で明確に示されている（図 II-5-1 左)。なお、本来の SZC、λs=80 付近の活動は短期間で、しかもビデオ観測ではわずかの流星しか捉えられていない。恐らくは暗い流星が多いのであろう。逆に MIC はビデオ観測では、はっきりと捉えられているが、CMOR の観測ではあまりはっきりしない（図 II-5-1 右)。

GNM では MIC の活動を SZC とし、SonotaCo ネットの J14 リストには両方とも登場しない。

６．0012KCG 周辺：0012KCG, AXD, 0073ZDR, 0197AUD

KCG とその周辺の流星群については混乱がある。まず、KCG はほぼ 7 年周期で活動し、平年ではほとんどその活動は見られないことに注意する必要がある。毎年、弱い活動を見せるのは KCG の数度西にある AXD（August xi Draconids：これは IAUMDCSD に該当するものが見られないために筆者が仮称している）である。GMN の観測でも KCG が活動した 2021 年以外は KCG と判定されるものよりも AXD の方が多い。図 II-6-1 について詳しくは後程説明するが、両方の図でそれぞれ見られる 2 つの輻射点グループのうち、左側が KCG、右側が AXD である。現在の IAUMDCSD でも AXD との混同によって KCG の報告はまとまりがない。

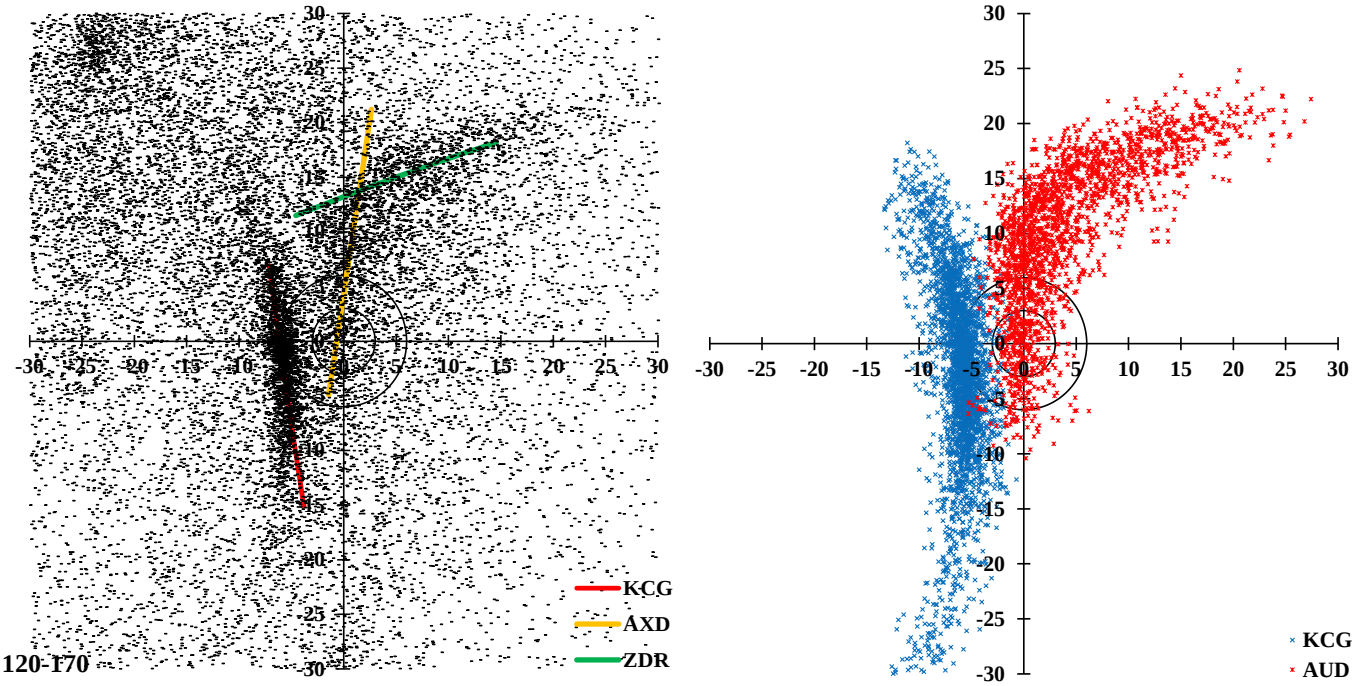


図 II-6-1：KCG と AXD。a: (λ-λs, β) = (145, 75)を中心として、λs=120~170 の期間に GMN で観測されたすべての輻射点(左)、b:左側の図の中で GMN が KCG または AUD と判定した輻射点。

次に混乱を招いているのは、ZDR と AUD についての IAUMDC における迷走である。現在は表 II-6-1 のように記載されている。しかし、IAUMDC の原型である Jenniskens の流星群表では少々異なる資料を取り上げている。この最初期の流星群表では、表 II-6-2 の L1-167 と S3-142 を ZDR の観測として取り上げ、S3-147 と S3-149 の両方を AUD としていた。

表 II-6-1：IAUMDCSD で ZDR または AUD として記載されている流星群。

Code	s	α	δ	V_g	λs	λ-λs	β	References
0073ZDR00	0	261.7	67.8	22.36	122	33.15	86.55	1] Molau & Rendtel, 2009
0197AUD00	1	272.45	64.91	17.3	141.90	160.51	88.06	1] Sekanina, 1976
0197AUD01	1	271.7	58.9	21.1	143	133.57	82.30	2] Jenniskens et al., 2016
0197AUD03	1			21.0	149.0			4) Shiba, 2022

ZDR は最初期の ZDR の範囲（表 II-6-2 の L1-167 と S3-142）が曖昧である上に、現在の IAUMDCSD の ZDR はそれらとかけ離れている。後者は過去の写真観測においても、現代のビデオ観測においても全く存在を確認できない。ところが、伝統的な Denning の流星群表に登場するζ-Draconids と同定できる写真観測がある（表 II-6-2 の T1-110 と L1-207）。IAUMDCSD がこのいずれかを採用していたら、状況は違ったものになったと思われる。

表 II-6-2：ZDR と AUD の混乱。

Source	α	δ	V_g	λs	λ-λs	β	Shower
L1-167	260	30	18	135	120.6	52.9	θ-Herculids
S3-142	303.2	42.7	17	139.7	184.1	60.1	Gamma-Cygnids
T1-110	270.7	54.1	21.9	148.4	123.4	77.5	ζ-Drads
L1-207	269	59	24	149.5	116.6	82.4	ζ-Draconids
S3-147	271.3	65	23.6	140.8	148.7	88.4	August Draconids
S3-149	272.4	64.9	17.3	141.2	160.6	88.1	Phi-Draconids
Denning	260.5	63.3					ζ-Draconids

最初期の表で AUD とされている表 II-6-2 の S3-147 と S3-149 はいずれもハーバードの電波観測によるもので、地心速度のわずかの違いだけで輻射点はほぼ同じである。AUD の名前の元となる S3-147(August Draconids)

を IAUMDSD が採用しなかった理由は不明である。また、上に掲げた現在の IAUMDC の AUD00(S3-149)と AUD01 とは輻射点が数度離れ、速度の差もあり、同定にはやや疑問が残る。

IAUMDC の混乱だけでなく、図 II-6-1 で見られるように、さらに輻射点分布の形状という問題がある。図 II-6-1 は(λ-λs, β) = (145, 75)を中心として、λs=120~170 の期間に GMN で観測されたすべての輻射点を示したものである。2 つの輻射点分布がそれぞれ屈曲している様子が見られる。右側の図は GMN が KCG または AUD と判定している流星だけを抜き出したものである。表 II-6-3 は GMN が KCG と AUD をどのように表しているかを示したもので、GMN は KCG を 3 つ、AUD を 2 つに区分している。λs_{min} と λs_{max} はそれぞれの期間の下限と上限を示している。λs_{ref} はそれぞれの期間の代表値で、λ-λs、β、V_g の値はそれに対応したものである。Δ(λ-λs)、$\Delta\beta$、ΔV_g は太陽黄経に応じたそれぞれの変化量を示す。

表 II-6-3：GMN による KCG と AUD の定義。

Code	λs_{min}	λs_{ref}	λs_{max}	λ-λs	Δ(λ-λs)	β	$\Delta\beta$	V_g	ΔV_g
KCG_1	93.1	113.6	125	157.943	-0.21	46.628	0.846	18.511	0.039
KCG_2	125	140.1	150	162.943	0.733	70.573	0.634	22.312	0.202
KCG_3	150	154.7	167.1	187.379	3.3	78.47	0.219	25.638	0.264
AUD_1	130.7	142.7	148	144.446	-0.468	79.238	0.881	21.114	0.184
AUD_2	148	153.5	164.9	57.173	-2.675	81.706	-0.885	21.142	-0.199

この輻射点の屈曲については、GMN が KCG の活動開始としているλs=93.1 以前にも、興味深いことに図 II-6-2 のように、輻射点の連なりが見られる。図 II-6-2 は(λ-λs, β) = (160, 35)を中心として、λs=55~135 の期間の輻射点分布を示したものである。図の中央上端の輻射点が KCG の初期出現を表している。輻射点の分布濃度は低くなるが、さらに下がって黄道群(0456MPS, 0150SOP)にまで連なっているようにも見える。GMN のように 1 つの流星群に対して複数の定義を設定するのも一つの考え方ではあるが、他方ではそれらを分解して独立した活動とするという考え方も成り立ちうる。本稿では GMN が提唱している KCG_1 と KCG_3 については、今後の課題としておく。また、AUD_1 と AUD_2 はそれぞれ AXD と ZHR という 2 つの流星群に区分する。この AXD と ZHR に区分することは前回の SonotaCo ネットによる流星群表、また、EDMOND のデータによる分析を踏襲したものである。ちなみに SonotaCo ネットの J14 リストでは AUD も ZDR も取り上げられていない。また、図 II-6-3 に示すように J5 リストと J14 リスト(KCG_ja)では KCG の定義が違っていることにも注意が必要である。

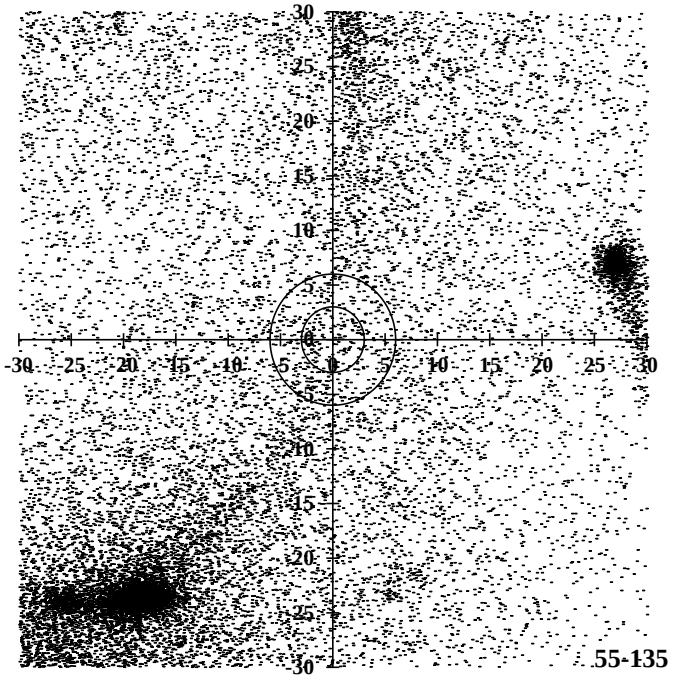


図 II-6-2：KCG 南方に連なる輻射点弧。

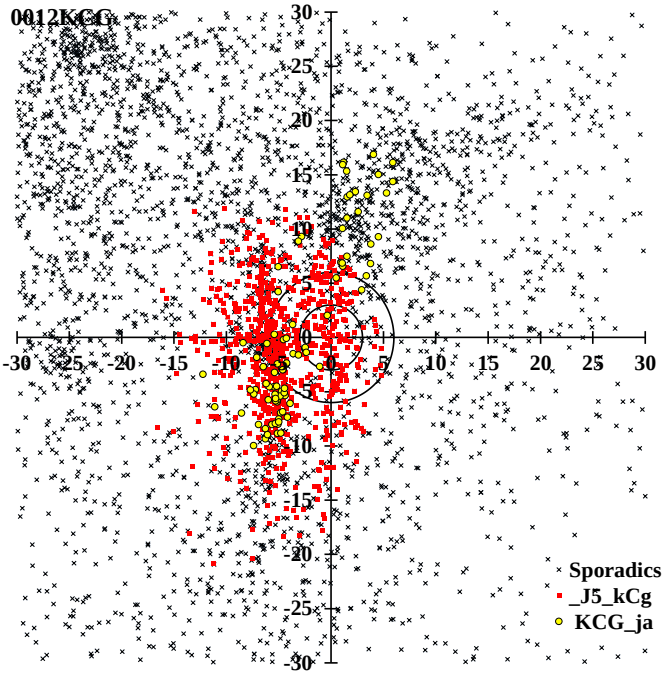


図 II-6-3：SonotaCo ネットの KCG の定義変化。

7．0033NIA と 0215NPI

NIA は「みずがめι群」のことだが、NPI は Northern delta-Piscids だから「δうお北群」ということになろうか。本稿では NIA と NPI は統一されるべきものとしているが、IAUMDCSD を含めて 2 つを分けていることが多い。この混乱の原因を説明する必要がある。

「みずがめι群」が注目されるようになったのは、Wright et al.の Harvard の写真観測を用いた研究による。彼女等は検出した流星活動を McIntosh のみずがめι群と関連付けた。みずがめι北群（また南群）の活動は、ほぼみずがめδ群と同一の 7 月下旬から 8 月上旬と考えられてきた。Wright 達が引用している Elleett & Roth による

初期の電波観測も 7 月下旬から 8 月上旬のものである。確かに Wright 達の観測にもλs>145 の範囲が含まれているが、「元祖みずがめι群」とは区別されるべきものであろう。20 世紀の観測でみずがめι北群と報告されているものを表 II-7-1 に示すが、上の 3 つが「元祖みずがめι群」に対応する。下の 3 つは NPI を観測しているにもかかわらず、「元祖みずがめι群」に引きずられて名付けられていると思われる。

表 II-7-1：いろいろなみずがめι群

No.	α	δ	Vg	λ-λs	β	e	q	i	ω	Ω	λs	Stream
LE-313	326.1	-3.4	39.0	208.8	9.7	0.940	0.100	28.9	328.8	118.3	118.3	Northern ι-Aquarids?
K1-91	321.7	-7.8	35.0	200.8	6.9	0.890	0.200	12.0	313.0	120.7	120.7	N ι-Aquariids
NI-61.7.11	326.9	-12.1	30.0	199.0	1.2	0.850	0.234	6.9	312.5	126.0	126.0	N.ι-Aquarids?
S2-50	352.5	-0.8	28.2	200.6	2.2	0.823	0.242	3.2	313.5	152.2	152.2	Northern ι-Aquarids
S3-159	350.1	0.6	26.1	198.1	4.4	0.777	0.302	5.2	307.4	153.1	153.1	Northern ι-Aquarids
LI-78	354.6	1.3	31.0	193.5	3.3	0.830	0.326	4.0	299.7	162.1	162.1	Northern ι Aquarids

IAUMDCSD に掲載されている NIA にもこの「元祖みずがめι群」に影響された報告がある一方で、実際には NPI の活動を指している報告が混在している。表 II-7-2 に IAUMDCSD に記載されている全ての NIA と NPI の報告を示す。

表 II-7-2：IAUMDCSD における NIA と NPI。

Code	s	α	δ	V_g	λs	λ-λs	β	備考	観測	References
0033NIA00	1	327.66	-5.88	31.2	147.70	180.11	6.76	*1		1] Cook, 1973
0033NIA01	-2	328	-4.7	27.6	145.1	183.44	7.75	*1		2] DMS 2001
0033NIA02	1	356.0	3.0	28.6	159.5	198.02	4.34	*1	R	3] Brown et al., 2008
0033NIA03	1	355.4	3.4	28.7	159	198.13	4.95	*1	R	4] Brown et al., 2010
0033NIA04	1	334.0	-8.3	27.19	142	190.89	2.30	*1	T	5] Molau et al., 2012
0033NIA05	1	346.7	-1.2	31.3	148.0	199.30	4.14	*1	T	6] Jenniskens et al., 2016
0033NIA07	1	2.3	4.9	29.7	166.9	197.16	3.58		T	8) Shiba, 2022
0215NPI00	2	0.84	3.74	27.4	168.30	193.96	3.10	*2	R	1] Sekanina, 1973
0215NPI01	2	9.15	7.04	25.6	173.50	197.67	2.85	*3	R	2] Sekanina, 1976
0215NPI02	2	7.64	7.14	30.4	173.30	196.54	3.53	*4	P	3] Porubcan & Gavajdova, 1994
0215NPI03	-7	9.2	7.7	31.2	174.4	197.08	3.43	*5		4] Jenniskens,2006
0215NPI04	2	10.2	8.6	28.0	176	196.75	3.87	*6	T	5] Jenniskensetal., 2010
0298IAQ00	-2							*7		1] Jenniskens, 2006

*1: Member of 298/IAQ complex
*2; In Sekanina 1973, the shower name is Piscids (p. 257 & 260), member of 030/PSC
*3: In Sekanina 1976, the shower name is Piscids (Tab. VI, p. 285) , Member of 030/PSC
*4: In Porubcan & Gavajdova 1994, the shower name is delta-Piscids , Member of 030/PSC
*5: No original reference, member of 30/PSC
*6: ? Encke complex, member of 30/PSC
*7: Group members: 33/NUA, 3/SIA; removed, empty record; NUA は NIA のタイプミス。

NIA00, 01, 04 はこの「元祖みずがめι群」を意識してのものと考えられる。残りの NIA02, 03, 05, 07 は NPI00~02 より後の報告であり、これらは本来、NPI に含められるべきものであろう。

NIA と NPI の扱いについて、GMN と SonotaCo ネットでも混乱があり、ともに別群としている。しかし、表 II-7-3 に示すように、本稿で NIA と NPI を統合した輻射点移動からの推算値（NIA+NPI で示す）は十分に両者の輻射点を表しており、NIA と NPI は一つの活動として扱うべきであろう。

表 II-7-3：SonotaCo ネットの J14 リスト、GMN のリストと NIA と NPI を統一して得られた本稿の推算値との比較。

Code	Source	λs	λ-λs	β	α	δ
NIA	GMN	162.6	197.19	3.893		
	NIA+NPI	163.0	197.5	3.8	359.0	3.7
	SonotaCo	151.863434			350.535004	-2.489222
	NIA+NPI	152.0	199.6	3.9	350.8	0.2
NPI	GMN	183.6	191.771	3.655		
	SonotaCo	182.123184			12.662714	9.177
	NIA+NPI	183.0	193.7	3.8	14.0	10.1

８．オリオン群の尻尾

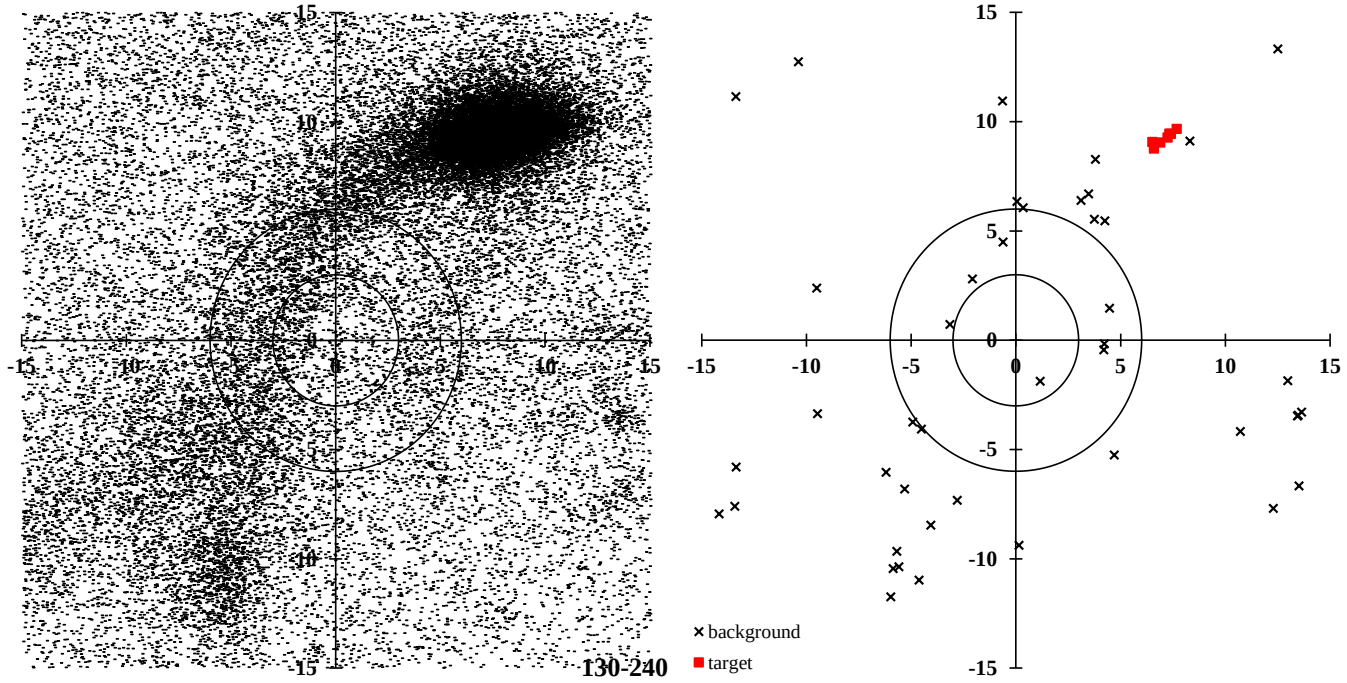


図 II-8-1：「オリオン群の尻尾」(λ-λs, β) = (254, -17), λs = 130~240。a: GMN(左)、b: IAUMDCSD(右)。

(λ-λs, β) = (254, -17)を中心としてλs = 130~240 の期間に観測された輻射点分布を図 II-8-1 に示す。左は GMN、右は IAUMDCSD の流星群の分布である。表 II-8-1 に図 II-8-1b の分布図にある IAUMDCSD の輻射点を示す。

表 II-8-1：「オリオン群の尻尾」の領域にある IAUMDCSD の輻射点（図 II-8-1b に描かれているもの）。

Code	λs	x	y	Code	λs	x	y	Code	λs	x	y
0466AOC01	136.8	3.47	6.69	1087OOE00	167.3	4.69	-5.25	0718XGM00	206	3.10	6.40
0191ERI02	137	-5.59	-10.37	0337NUE00	167.9	-4.92	-3.74	1198XRO00	207.1	8.30	9.11
0535THC00	137	12.98	-1.86	0337NUE02	168.6	-4.51	-4.07	0008ORI03	207.5	6.89	9.04
0738RER00	137	-9.48	-3.36	1142SNT00	171.2	4.47	1.47	0008ORI04	207.9	6.52	9.07
0191ERI00	137.5	-5.97	-11.75	0595TTT00	175	12.50	13.33	0008ORI05	208	6.60	8.77
0191ERI01	137.6	-5.87	-10.45	0430POR00	178.4	-2.09	2.80	0008ORI01	208.6	7.33	9.45
0466AOC02	138	4.24	5.46	0896OTA00	179.3	-13.37	11.14	0008ORI00	208.7	7.41	9.43
0466AOC00	138.5	3.74	5.53	0211AOR00	182.8	-9.51	2.38	0008ORI06	209	7.24	9.27
0194UCE00	145.7	4.22	-0.17	0876ROR00	185.3	1.15	-1.87	0008ORI02	209.8	7.68	9.67
0193ZAR00	146.7	-10.39	12.73	0479SOO00	185.6	0.34	6.06	0232BCN00	214	-4.63	-10.97
0873OMI00	152.8	10.71	-4.18	0479SOO01	185.7	-0.62	4.49	0558TSM00	221	-5.70	-9.66
0552PSO01	159	-14.17	-7.94	0225SOR01	187	-6.20	-6.04	0243ZCN00	225	-0.64	10.94
0337NUE03	163	-3.16	0.72	0479SOO02	187	0.04	6.35	0558TSM01	227	-4.06	-8.46
0583TTA00	164	4.19	-0.44	0225SOR00	191.7	0.14	-9.38	0245NHD00	234.8	-5.32	-6.81
0337NUE01	165	-13.36	-5.80	0226ZTA01	196	3.79	8.28	0246AMO00	239	13.48	-3.43
0552PSO00	166.3	-13.42	-7.60	1090EOR00	196.5	12.29	-7.69	0246AMO01	239.3	13.44	-3.47
1088SEE00	166.5	13.51	-6.67	0227OMO00	206	-2.81	-7.33	1196ZCM00	239.8	13.64	-3.28

Jenniskens が IAUMDCSD で"The Halley Complex"としているものに下線を付した。この表にはないが、0719LGM00 (λs = 232, λ-λs = 234.06, β = -5.01) もこのグループに含まれている。0337NUE03 は IAUMDCSD には記されていないが、「オリオン群の尻尾」としては含まれている。RER と PSO は枝分かれした尻尾のように見える。

どれを独立した活動とみるかについては一般的な基準があるわけではないので、本稿では 10 段階の格付けで 8 以上となったものとして ORI の他に、ERI、PSO、NUE を取り上げている。

「オリオン群の尻尾」の右側に弱い輻射点の帯が見える。0194UCE00、0583TTA00、1142SNT00 がこれに対応し

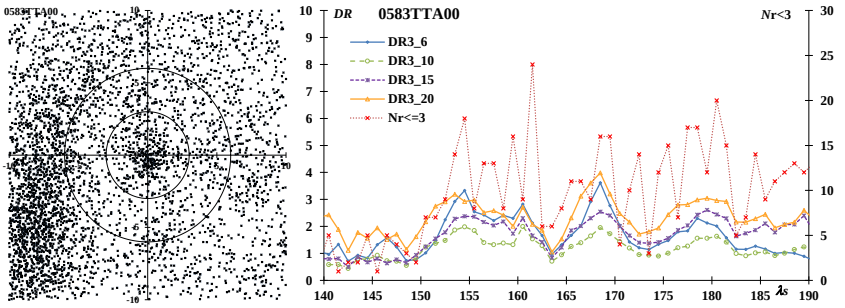


図 II-8-2：３本目の「オリオン群の尻尾？」。0583TTA00 を基準に輻射点移動を計算した輻射点分布図（左）と活動曲線（右）。

ている。TTA を基準に輻射点移動を考慮した輻射点分布と活動曲線を描くと図 II-8-2 のようになる。輻射点分布は一つの流星群のように見えるが、活動曲線は複雑である。この輻射点の帯も起源に何らかの共通点はあるとしても、「オリオン群の尻尾」と同様に単一の流星群として認めるには議論が必要だろう。しかし、「オリオン群の尻尾」の他にもこのような輻射点の帯が存在することは興味深い。「４．0372PPS の周辺」、「６．0012KCG 周辺：0012KCG, AXD, 0073ZDR, 0197AUD」、「１２．0338OER と 0490DGE」も参照されたい。

９．0081SLY00 と 0081SLY01

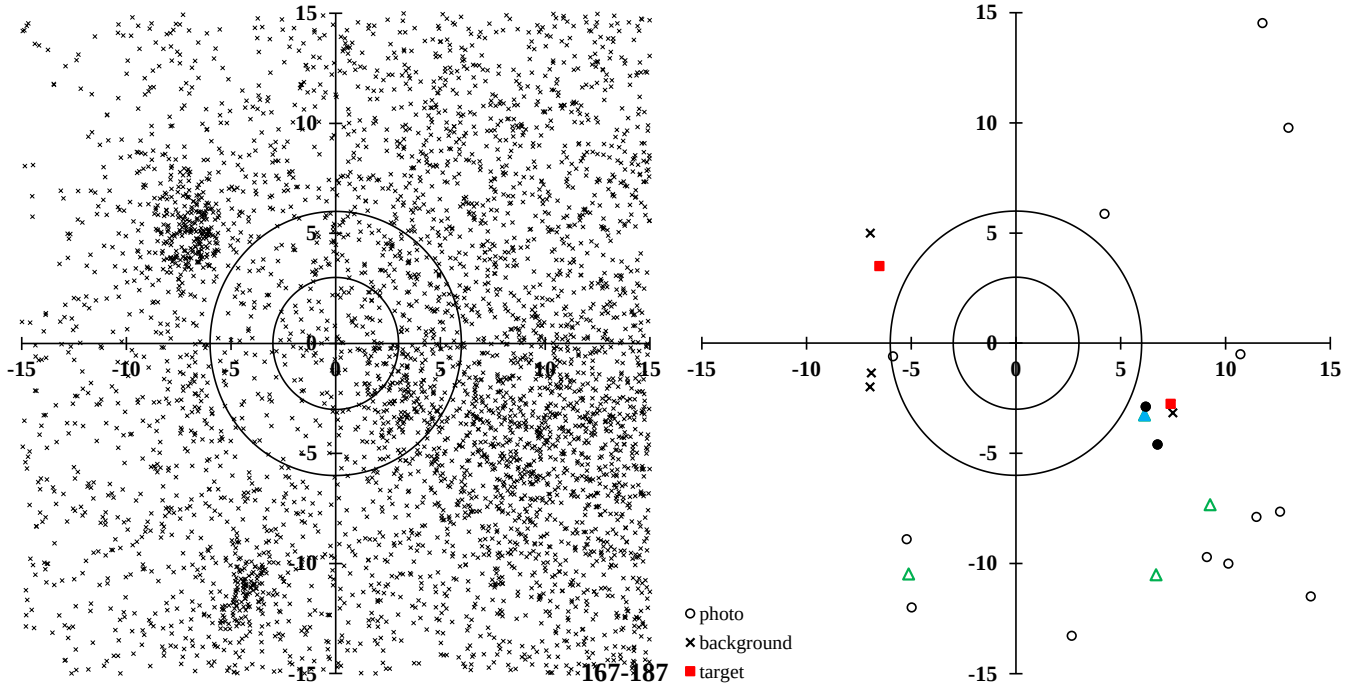


図 II-9-1：２つの SLY。中心は(λ-λs, β) = (287, 29)でλs = 167~187。a: GMN, b: IAUMDCSD と写真観測。

0081SLY は同一の観測者(Molau & Rendtel, 2009)が一つの活動としたことが混乱の始めである。図 II-9-1a で 6 度の円を挟んで対称に左上が SLY00、右下の広がった輻射点の集まりが SLY01 である。位置的にも 10 度以上離れているだけでなく、太陽黄経では 20 度ほどの違いがある。このため、SLY は未確定とされており、そのことにより、IAUMDCSD では 2 つの SLY それぞれに 0705UYL00＝SLY00、0424SOL00＝SLY01 という同じ活動に対して別の番号、名称が与えられることになった。0425PSA01 と 0613TLY00 も SLY01 の活動に含まれる可能性がある。

Jenniskens の大著では 0081SLY としては SLY01 に対応する Lindblad の”Lyncids”が採用されている。恐らく Molau らは、この観測に対応するものとして SLY01 を検出し、もう一つの候補として SLY00 を見出したと考えられる。図 II-9-1b で△は IAUMDCSD に掲載されていない流星群であり、塗りつぶした△が”Lyncids”である。また、写真観測の○のうち、塗りつぶした 2 つの丸を Lidblad は”Lyncids”に属するとしている。

SonotaCo ネットの J14 リストでは UYL が取り上げられ、SLY01 は取り上げられていない。GMN では SLY01 を SOL として扱っている。

ここでは SLY00 を SLY_0、SLY01 を SLY_1 と称することにする。

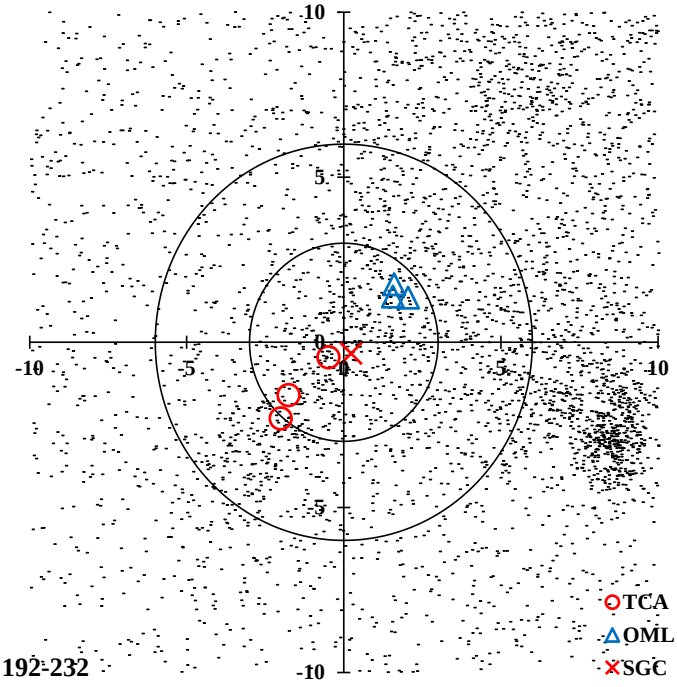


図 II-10-1：TCA と OML。

１０．0480TCA と 0481OML

この場合は SLY とは逆に同一の観測者(Rudawska & Jenniskens, 2014)が 0480TCA と 0481OML を 2 つの活動に分けたことによって混乱が生じた。TCA も OML も SonotaCo ネットと CAMS のデータを合わせて検出された流星群である。図 II-10-1 は(λ-λs, β) = (283, 14)を中心にλs = 192~232 の期間の輻射点分布を示すが、これに見られるように 2 つの活動は連続したものだということがわかる。なお、右下の輻射点は、しし群の初期活動によるものである。

IAUMDCSD では双方ともに未確定としたことで更に 1114SGC00 = TCA という別の番号、名称が加えられた。GMN では OML という名称は用いず、λs = 178.5~221.9 の活動を TCA としている。SonotaCo ネットの J14 リストでは TCA(λs = 200.6~208.1)と OML(λs = 216.8~221.5)がともに取り上げられている。

１１．0002STA と 0017NTA の細分化

STA

IAUMDCSD では”Remarks” の欄で”#2/STA component”という註を次の 7 つの報告につけている：0286FTA00、0625LTA00、0626LCT00、0627NPS00、0628STS00、0636MTA00、0637FTR00。これに加えて、0624XAR00 も STA の一部と考えられる。SonotaCo ネットの J14 リストでは独立した活動としては扱っておらず、λs=181.57~267.40 という長い活動期間を設定している。一方で GMN は上記の 8 つの活動を STA とは独立した活動として扱っている一方で、それに重ねて STA の活動をλs=190~230 の期間としている(図 II-11-2a 参照)。

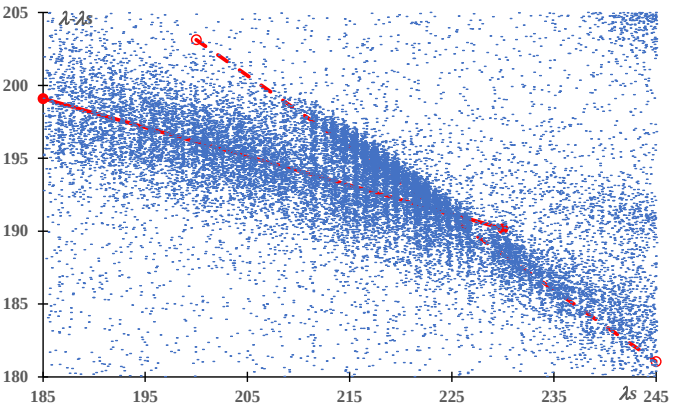


図 II-11-1：λs = 180~205、β = -8~-2 の範囲の輻射点。

たびたび述べているが、STA は 2 つの構造に分けて考えることが適切である。Whipple が 10 月のおひつじ群と 11 月のおうし群に分けていたように、眼視観測でも 10 月の極大後、11 月に主極大を迎えることが知られていた。図 II-11-1 はλs = 185~245 の期間にλ-λs = 180~205、β = -8~-2 の範囲の輻射点を示したものである。前回と同様に直線で示した集団を STA_SE、破線で示したものを STA_SF と呼ぶ。STA_SE が 10 月のおひつじ群、STA_SF が 11 月のおうし群にあたる。Asher が指摘している活動が強化される年に STA_SF は顕著な活動を示すが、STA_SE は変化を見せない。この 2 つの活動は、光度比や発光点の高さでも明らかな違いを見せるので、区別して考えねばならない。

NTA

STA と同様に NTA でも”#17/NTA component”という註がついた報告が 8 つある：0629ATS00、0630TAR00、0631DAT00、0632NET00、0633PTS00、0634TAT00、0635ATU00、0726DEG00。この場合でも、SonotaCo ネットの J14 リストではλs=199.69~276.42 の活動をひとまとめにしているが、GMN では 8 つの活動を独立して扱う一方で、それに重ねて NTA の活動をλs=217~241 としている(図 II-11-2b 参照)。

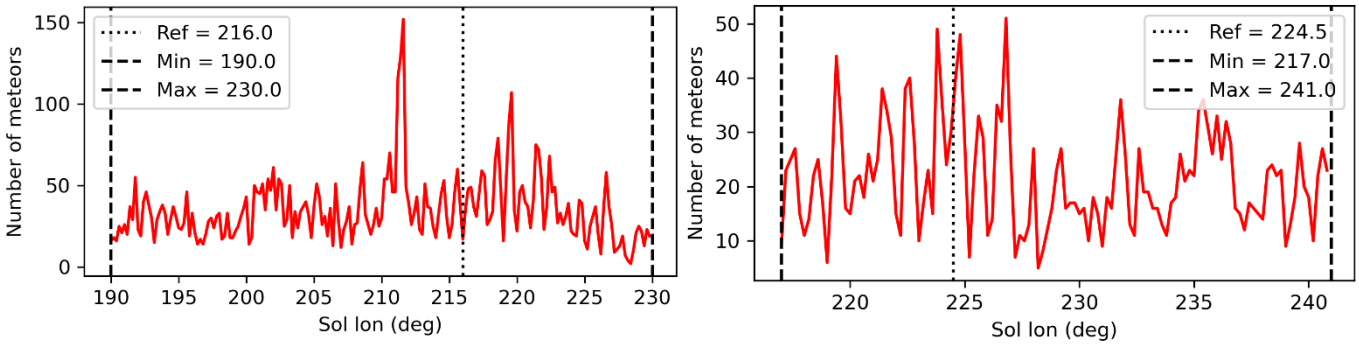


図 II-11-2：GMN による出現数の変化。a: STA(左)、b: NTA(右)。それぞれの活動を細分化した影響で STA と NTA の活動を表せていないことが分かる。

１２．0338OER と 0490DGE

OER は既に確定群とされているが、OER03 に” Continue to (#490 DGE) December delta Eridanids.”という Remarks が付けられている。確かにそのように見えるが、実はその先に連なるとみられる流星活動が捉えられている。図 II-12-1a は(λ-λs, β) = (185, -37)を中心として、λs = 195~305 の期間の輻射点分布を示したものである。これほどの長期間ではあるが、弧状に輻射点が連なっている様子が分かる。図の上端の輻射点密集部が STA であり、ここからぶら下がるように活動を始めるのが OER である。

図 II-12-1b は、この弧に沿って輻射点移動があったと仮定した場合に輻射点分布を集積したものである。この図の範囲に存在する IAUMDCSD の流星群は表 II-12-1 に示すように多数存在する。このうち、中心から 3 度以内となるものは Code を赤字で示した。DGE00 が外れる代わりに 0709LCM という活動が含まれている。なお、DGE 以降の活動を GMN は 0308PIP としているが、0300ZPU00～0318MVE00 の記載は断片的な眼視観測の報告を Jenniskens が独自の視点でまとめたものであり、0308PIP を DGE 以降の活動全体に延長して考えるのは無理があろう。

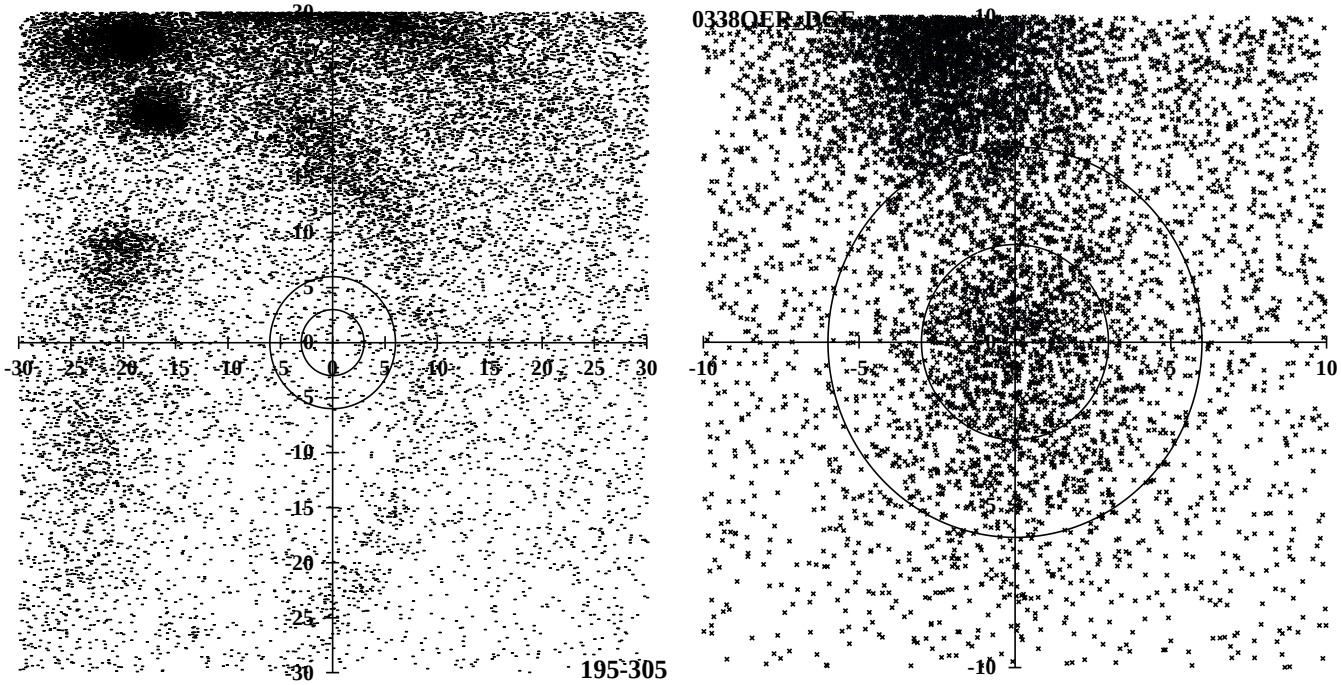


図 II-12-1：OER から伸びる輻射点弧。a: (λ-λs, β) = (185, -37)を中心としたもの(左)、b: 輻射点弧に沿ってλs = 195~305 の輻射点を集積したもの(右)。

表 II-12-1：図 II-12-1b の範囲に入る IAUMDCSD の輻射点。

Code	λs	λ-λs	β	V_g	距離	方位	x	y
0002STA05	196	195.6	-4.2	28.2	5.89	7	-0.69	5.85
0028SOA01	196	196.8	-4.2	29	6.14	18	-1.86	5.85
0002STA03	196.5	195.2	-4.3	27.92	6.07	3	-0.37	6.06
0028SOA00	198.5	195.8	-2.8	25.6	8.94	9	-1.46	8.82
0902DCT00	202.1	194.4	-13.2	32.7	0.96	79	-0.94	0.19
0002STA09	202.4	195.2	-4.6	28.6	9.10	12	-1.86	8.91
0624XAR00	205	195.1	-4.6	28.5	10.18	13	-2.32	9.92
0086OGC00	206.7	199.2	-24.5	3.3	11.50	147	-6.34	-9.60
0338OER03	230.5	184.6	-20.8	28	1.50	190	0.25	-1.48
0338OER01	232	185.7	-20.0	28.5	1.33	105	-1.28	-0.33
0338OER00	234.7	183.5	-21.8	26.9	1.33	175	-0.11	-1.32
1115NXE00	241.88	180.7	-24.5	26.06	1.42	183	0.08	-1.42
0490DGE00	249.3	176.1	-35.3	23.8	8.67	192	1.79	-8.48
0490DGE01	254	176.8	-29.9	24.7	0.10	178	0.00	-0.10
0709LCM01	273.3	175.1	-45.9	25.1	0.47	105	-0.46	-0.12
0709LCM00	286	176.4	-54.6	25.4	2.46	329	1.27	2.11
0308PIP00	290.7	198.8	-63.3	33	8.68	120	-7.51	-4.35

同様に弧に沿って、流星数を数えて活動曲線を描くと図 II-12-2 となる。中心から 3 度以内の流星数 Nr<=3 を見るとλs = 230 付近で活動は極大となるように見えるが、DR3_10 でみるとλs = 295 付近が最大となる。輻射点の位置がかなり南に移動しており、北半球から捉えられる流星数は減少することを考えると、単純に流星数でみるのは無理がある。他方、この期間には STA のみならず、MON や GEM という強力な活動があり、DR の変化を見るには注意が必要である。λs < 220 で DR3_10 が減少しているのは STA の影響を受けているためであり、DR3_20 を用いると GEM の影響がλs=260 付近で強く出てしまう。このような制約を考えると、この弧状に連続してみえる活動は単一のかつどうとも、複数の活動の重なりとも考えられる。弧状の活動を一体として軌道の変化を計算すると、近日点方向と軌道半長径がかなり一定に保たれているようにもみえる。果たして、分割するとしていくつに分かれるのか、また、一体として考えることができるのかは今後の課題である。先に触れたように、現在では輻射点が南に深く下がった活動後期の様子が不明確なので、今後の南半球での GMN の活動が期待される。

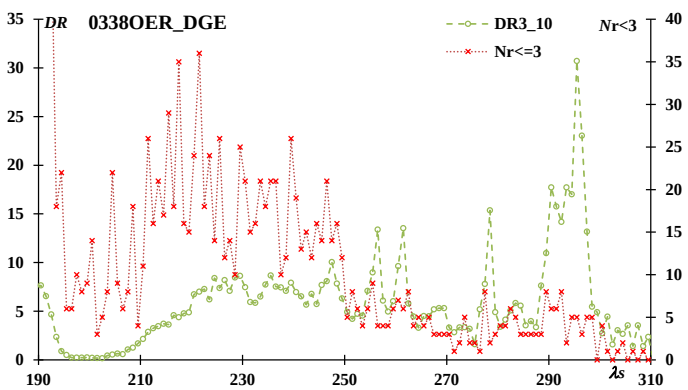


図 II-12-2：図 II-12-1b で 3 度以内に入る流星数変化。

GMN は OER と DGE を一体として扱っているが、SonotaCo ネットの J14 リストは OER のみを取り上げ、DGE については触れられていない。GMN は活動をλs=260.5 まで延長して考えているが、この時期には輻射点分布が弧状に南下していく部分に入っている。

１３．0340TPY00 と 0340TPY01

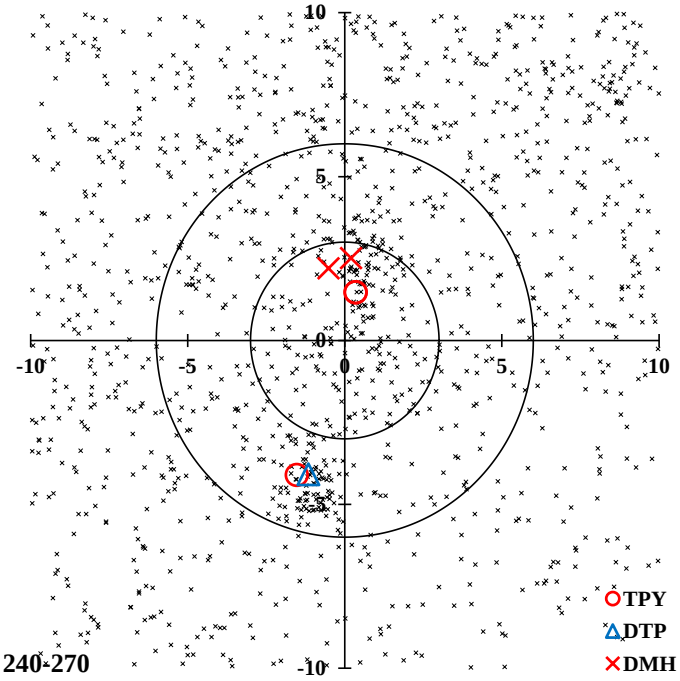


図 II-13-1：２つの TPY。

0340TPY には3つの報告がある。最初のものは2009年の SonotaCo ネットによるもので、後の 2 つはいずれも CAMS の第一報のものである。(λ-λs, β) = (260, -35)を中心として、λs = 240~270 の期間の輻射点分布を図 II-13-1 に示す。2 つの TPY のうち、上が TPY01 と 02、下が TPY00 である。位置の違いはそれほど大きくないものの、太陽黄経で 15 度ほども離れているにも関わらず、IAUMDC で CAMS の報告を TPY01 として受け付けたために混乱が始まった。TPY00 と TPY01 の違いのため未確認とされたため、新たにそれぞれを新しい流星群とする報告が登録されたのである。SonotaCo ネットの J14 リストでは TPY00 はそのまま TPY で TPY01 と 02 の組を DMH としている。ところが、GMN では TPY00 を DTP とし、TPY01 と 02 の組を TPY としている。TPY00 の報告は TPY01 と 02 の組より、また、DTP よりも先であるので SonotaCo ネットのように TPY00 を TPY とすることが妥当である。なお、前回ではこの 2 つの活動を TPY_0 と TPY_3 として区別していたが、TPY03 が IAUMDCSD から削除されたので、TPY_0 はそのまま、TPY_3 としていたものを今回は TPY_1 と称する。

１４．0096NCC と 0097SCC

(λ-λs) = (190, 0)を中心にしてλs = 235~315 の間、太陽黄経 10 度毎の輻射点分布を図 II-14-1 に示す。

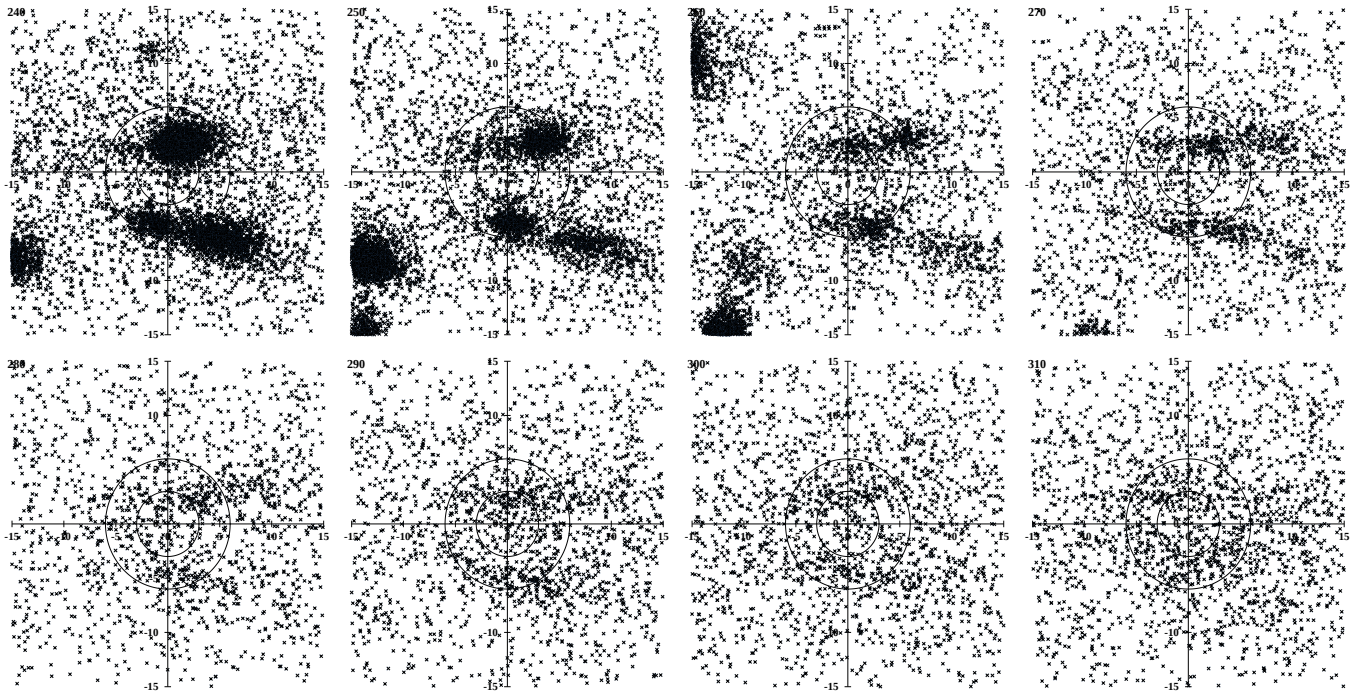


図 II-14-1：おうし群から、かに群（南北）にかけて(λ-λs) = (190, 0)を中心にした輻射点分布。

輻射点分布は、STA と NTA の輻射点が図上では右に移動していく一方で、中心付近に輻射点の集合らしいものが残っている様子を示している。このような活動を一括りにして NCC また SCC と呼ぶのか、いくつかに区分するのか、はたまた、散在流星或いは ANT と切り捨てるのか議論は途中である。とても、「確定群」と呼べるものではない。

IAUMDCSD で NCC と SCC とされているものを表 II-14-1 に示す。備考欄は賑やかであり、この活動がいかようにも解釈できることを示している。1960 年代から、研究者によっていろいろな解釈がなされていることが分かる（Terentjeva の最も重要な Терентьева, A.K., 1966, 'Исследование Метеоров', No.1, 62-132.が IAUMDCSD で引用されないのは資料の偏りを感じさせる）。

いずれにせよ、$(\lambda\text{-}\lambda s)=(190, 0)$は ANT の中心にあたり、NCC や SCC とは何を指すのか判断が分かれるところである。先の流星群表では NCC と SCC を掲載したが、本稿では除外している。SonotaCo ネットの J14 リストでも NCC と SCC は取り上げられていない。他方、GMN は両方とも掲載している。

表 II-14-1：IAUMDCSD で NCC、SCC とされている流星群。

Code	α	δ	V_g	λs	$\lambda\text{-}\lambda s$	β	備考	観測	References
0096NCC00	130	20	25.67	297	190.17	1.57	*1	V	1] Arlt R.,1995
0096NCC01	134.19	14.20	26.7	300.20	192.38	-2.94	*2	R	2] Nilsson, 1964
0096NCC02	126.72	19.92	28	297.10	187.11	0.73	*3	P	3] Lindblad, 1971
0096NCC03	124.83	20.92	25.8	292.90	189.35	1.30	*4	R	4] Sekanina, 1973
0096NCC04	130.52	19.71	26.4	297.10	190.62	1.42	*5	R	5] Sekanina, 1976
0096NCC05	131.4	17.6	27.73	299	190.08	-0.40	*6	V	6] Molau et al., 2013
0096NCC06	127.6	21.5	27.2	296	188.63	2.47	*7	T	7] Jenniskensetal., 2016
0096NCC08	128.6	20.4	28.2	296.9	188.90	1.63		T	9) Shiba, 2022.
0097SCC00	131.68	11.91	24.36	305.70	185.15	-5.82	*8	P	1] Terentjeva, 1989
0097SCC01	118.87	7.63	24.0	297.00	182.41	-12.91	*9	R	2] Nilsson, 1964
0097SCC02	131.5	10.6	26.43	298	193.02	-7.13	*10	T	3]Molau & Rendtel, 2009
0097SCC03	125.0	14.4	27.0	296	187.90	-5.02	*11	T	4] Jenniskens et al., 2016
0097SCC05	117.5	16.1	27.9	287.1	189.34	-4.85		T	6) Shiba, 2022.

*1: In Arlt 1995 the shower name is delta-Cancrids, member of delta-Cancsrids group (#95 in 2006 PJ)
*2: In Nilsson 1964, Tab 4 radiant 61.1.1, member of delta-Cancrids group (#95 in 2006 PJ)
*3: member of 96
*4: In Sekanina 1973, the shower name is delta-Cancrids (p. 255 & 258) member of delta-Cancrids group (#95 in PJ 2006)
*5: In Sekanina 1976, the shower name is delta-Cancrids (Tab. VI, p. 274), member of delta-Cancrids group (#95 in PJ 2006)
*6: member of 95/DCA group
*7: ecliptic antihelion source, member of delta-Cancrids group (#95 in PJ2006)
*8: In Terentjeva 1989 in Tab.1 alpha-Cnc(a), member of delta-Cancrids group (#95 in PJ2006)
*9: In Nilsson 1964, Tab 4 radiant 61.1.2,, member of delta-Cancrids group (#95 in PJ2006)
*10: ecliptic antihelion source, twin of 204/DXL, member of delta-Cancrids group (#95 in PJ2006)
*11: ecliptic antihelion source, twin of 204/DXL, member of delta-Cancrids group (#95 in PJ2006)

III. 輻射点分布図と活動曲線

「I. 調査方法及び調査結果の概要」の表 I-4~7 に掲載した 118 の流星群について、輻射点分布図と活動曲線を示す。

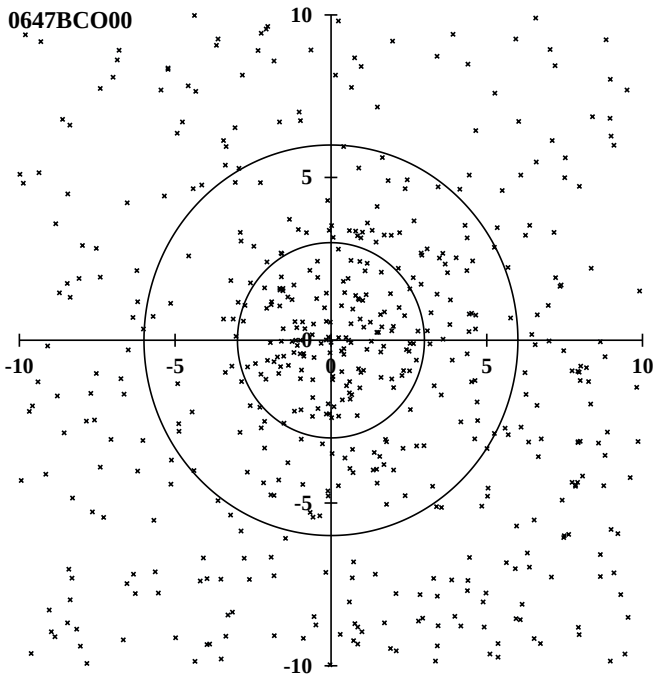
Code	λs	Code	λs	Code	λs	Code	λs
BCO	13	MIC	101.3	OCT	192.55	EHY	256.2
ZCY_0	16	TCS	104.6	SAN	196.8	PUV	256.5
DHE	19.6	CAN	105	XIE	198.2	MON	258.1
AED	20	JPE	109.6	STA_SE	201.5	GEM	261.85
PSR	24.7	ZCS	113.6	OCU	202.5	XVI	262.8
AVB	25	JXA	115	EGE	203.7	DAB	263.1
ZCY_1	31.5	XCS	116.3	LMI	209.2	TPY_1	264.3
LYR	32.3	PPS_1	117.5	TCA	209.5	COM	267.5
HVI	39	GDR	125.5	ORI	209.5	URS	270.65
ARC	39.5	CAP	126.9	LUM	214.8	DSV	271.5
BAQ	44	SDA	126.9	SLD	221.5	KVE	274.9
ETA	44.3	ERI	132.3	STA_SF	222.2	JLE	281.6
GAQ	48	AXC	135.5	KUM	222.8	QUA	283.25
PCY	49.5	PER	140.5	OER	223	AHY	283.8
ELY	50.2	KCG	141.5	AND	224.5	OLE	288.3
MBC	55	ADC	143.65	RPU	226.2	XCB	294.8
TAH	69.45	AXD	147.2	NTA	226.5	XUM	298.6
PAN	72	NDA	149	LEO	235.4	GUM	299.8
JMC	72	ZDR	153.2	ACA	239.5	ACB	307.5
ARI	79.5	AGC	155.4	AMO	239.6	AAN	312.5
JEC	82.6	AUR	158.4	NSU	241.7	FED	314.84
JRC	84	PSO	160.4	NOO	246.1	FHY	325.4
SSG	87	OMG	163.2	ORS	246.2	TTR	332.1
JBO	90.3	NUE	165.5	NAC	246.5	DNO	334.2
DPI	91.2	SPE	166.9	TPY_0	249.4	TSB	343.7
JEO	92	NPI	167.2	DKD	251	XHE	351.9
JIP	94.1	SLY_0	169.5	PSU	251.5	EVI	358
FPE	95.8	CCY	173.4	DAD	253.5	EOP	358.2
PPS_0	98.5	DSX	188.5	HYD	255.4		
NZC	101	SLY_1	191.5	DRV	255.6		

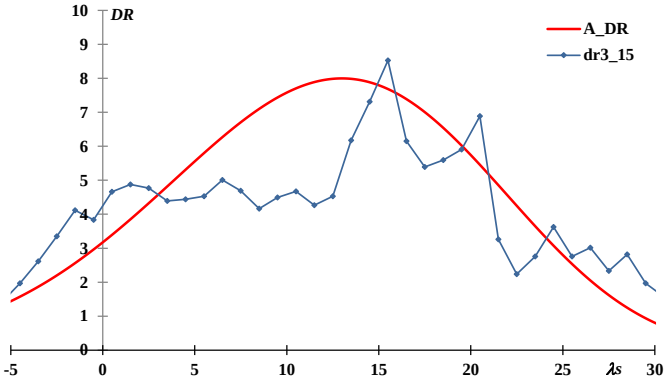
輻射点分布図は回帰分析の結果による輻射点移動を補正したもので、輻射点の形状および広がりを示す。

活動曲線はその輻射点分布図の中心から 3 度以内に入る流星を基にしたものである。「I. 調査方法及び調査結果の概要」のオリオン群の例で示したように、GMN のデータは 2022 年の観測条件に強く影響されるため、流星数そのものを取り上げることはできるだけ避けている。また、周囲で活動する別の流星群の影響を受けないように使用する *DR* は適宜変更している。どの *DR* または流星数そのものを用いたかは活動曲線の種類として図中に示した。基本的には太陽黄経で 1 度毎に中心から 3 度以内の流星と、例えば 15~20 度以内の流星のそれぞれの面積を考慮した比(DR3_20 のように表記)を太陽黄経で 0.1 度ずつの移動平均としてグラフ化している。出現数が少ない場合、または、活動が不規則な場合には太陽黄経で 3 度毎の流星数から比を求め、太陽黄経で 1 度ずつの移動平均を dr3_20 のように表記している。

それぞれの流星群について簡単な説明を加えたが、IAUMDCSD の流星群を分割したり、統合したりした場合等で詳しい説明が必要なものは「II.注意が必要な流星群」として別に取り上げている。

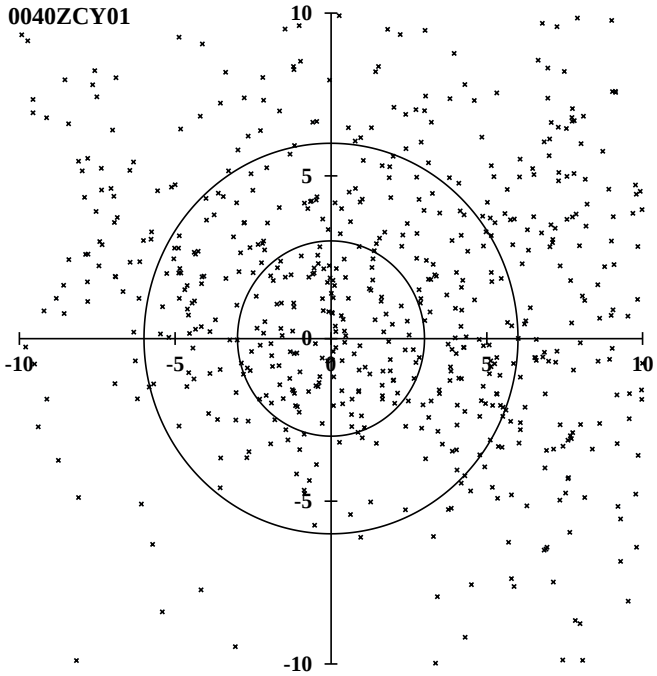
0647BCO: beta-Comae Berenicids　　$\lambda s = 13$, $\lambda - \lambda s = 174.6$, $\beta = 30.1$, $\alpha = 199.6$, $\delta = 24.5$, $V_g = 26.6$

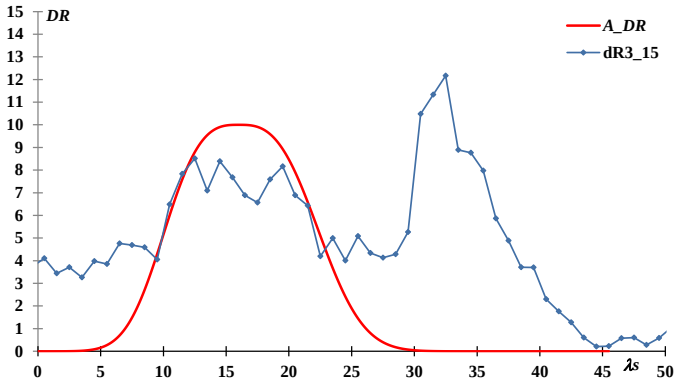




前回は取り上げていない群で、SonotaCo ネットの J14 リストにも載っていない。IAUMDC には CAMS の観測が 1 つ載せられているだけである。得られている流星数も多くなく、輻射点も拡散し、極大も不明確であり、今回取り上げたものの中で下限に近い。

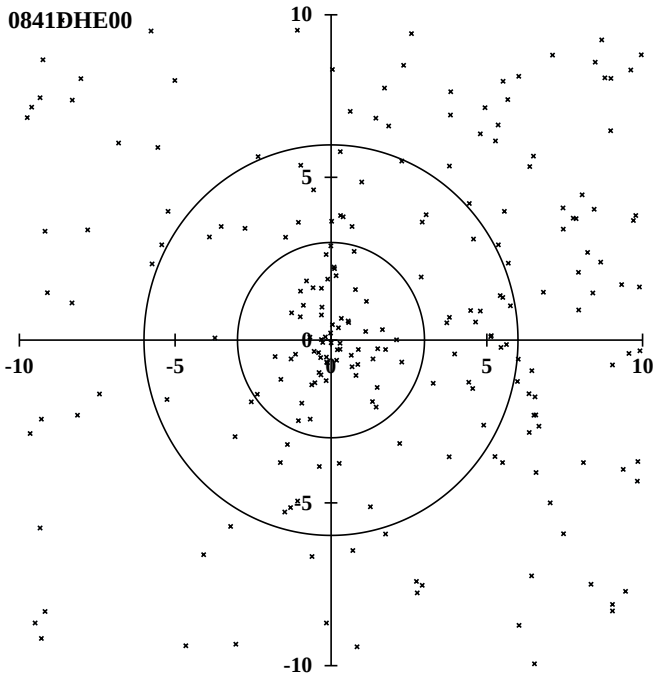
0040ZCY_0: zeta-Cygnids　　$\lambda s = 16$, $\lambda - \lambda s = 300.4$, $\beta = 59.1$, $\alpha = 299.2$, $\delta = 40.2$, $V_g = 43.5$

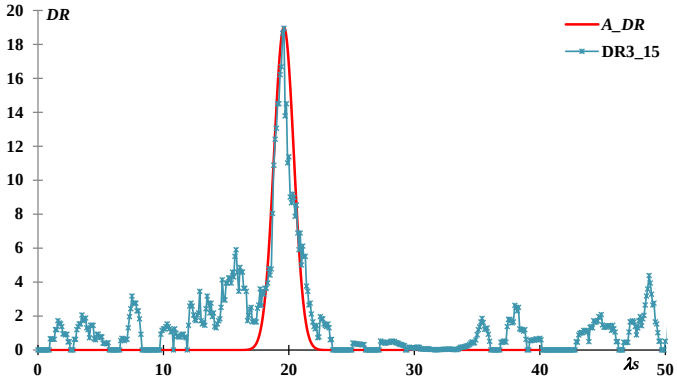




0040ZCY と 0348ARC については別稿「注意が必要な流星群」の中で詳しく述べているが、上に示した輻射点分布、活動曲線に見られるように散在流星の活動の盛り上がりと流星群の活動として認められるものとの境界域にある。ここでは活動曲線から ZCY をλs=15 付近の ZCY_0 とλs=30 付近の ZCY_1 とに分けている。いずれも前回は取り上げていない活動で、SonotaCo ネットの J14 リストにも載っていない。

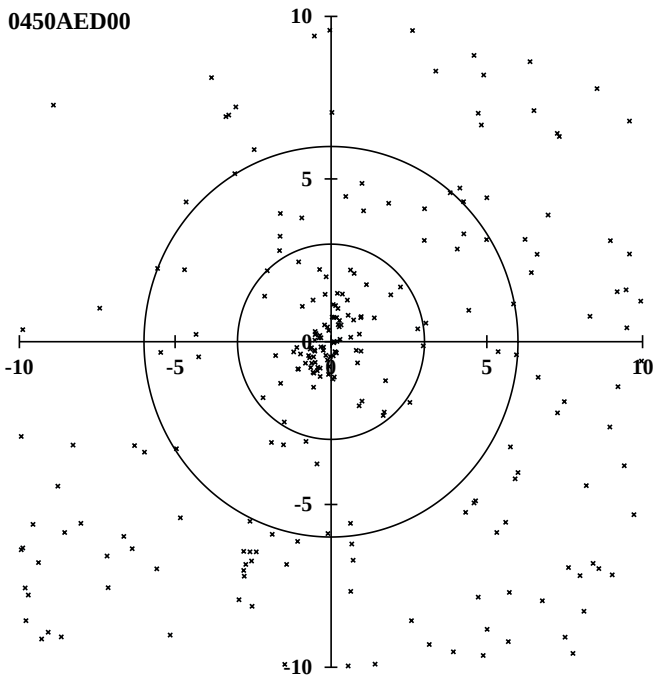
0841DHE: delta-Herculids　$\lambda s = 19.6$, $\lambda - \lambda s = 231.9$, $\beta = 46.5$, $\alpha = 256.2$, $\delta = 23.9$, $V_g = 49.3$

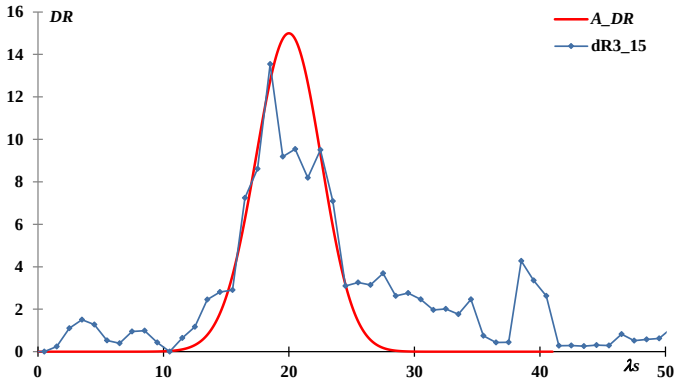




CAMS の第二報で取り上げられたものである。DHE は前回取り上げていない活動で、SonotaCo ネットの J14 リストにも載っていない。活動曲線に見られるように出現期間が短く、GMN の観測でも捉えられた流星数が少ないものの一つで、極大に当たらない限り検出は難しいであろう。

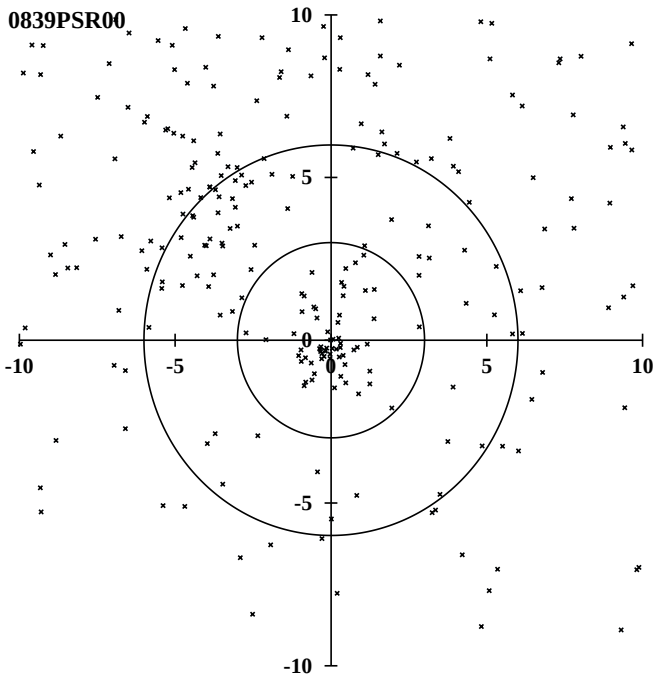
0450AED: April epsilon-Delphinids　$\lambda s = 20$, $\lambda - \lambda s = 293.1$, $\beta = 30.1$, $\alpha = 307.2$, $\delta = 12.0$, $V_g = 60.6$

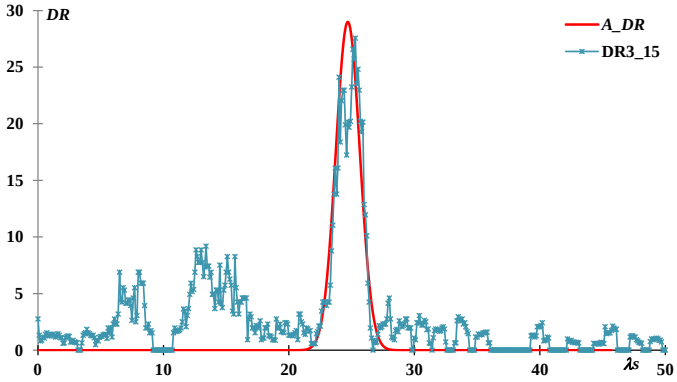




SonotaCo ネットと CAMS のデータを合わせて検出された流星群である。この群は前回も取り上げ、SonotaCo ネットの J14 リストにも掲載されている。決して、出現数が多いわけではないが、輻射点分布図が示すように周囲から際立ち、また、活動曲線もすっきりしている。

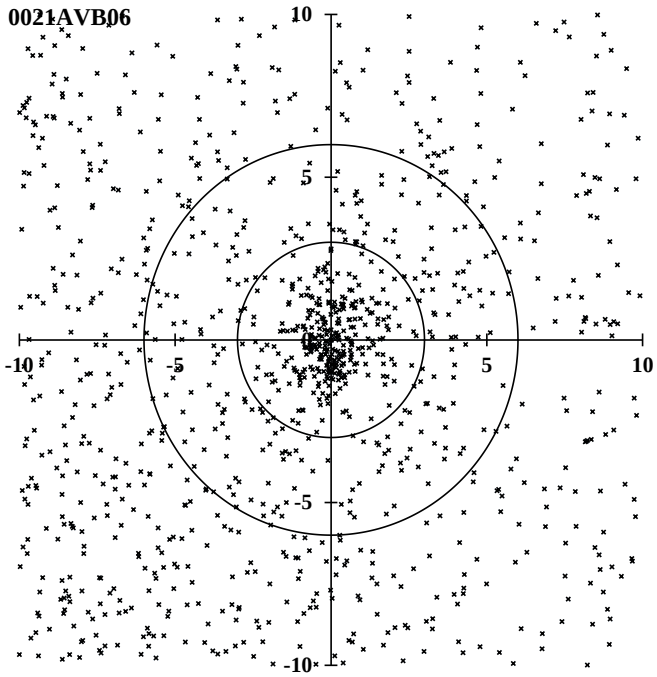
0839PSR: phi-Serpentids　　$\lambda s = 24.7$, $\lambda - \lambda s = 211.4$, $\beta = 34.7$, $\alpha = 241.7$, $\delta = 14.6$, $V_g = 45.1$

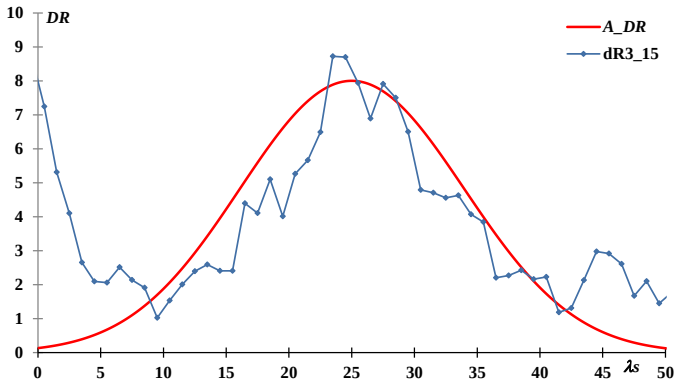




前回取り上げた KSE03 は現在の IAUMDCSD では削除されている。「II.注意が必要な流星群」で KSE と PSR の関係について詳しく述べており、KSE03 についてはそちらの方を参照されたい。

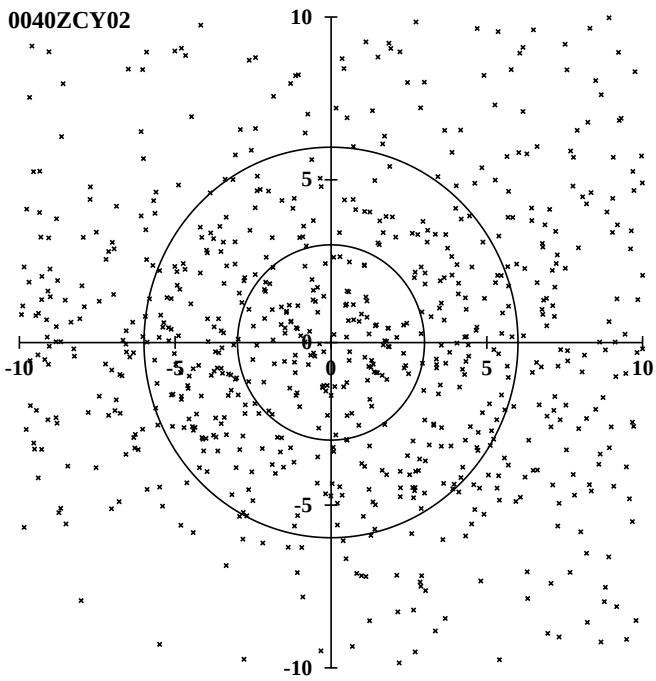
0021AVB: alpha-Virginids　　$\lambda s = 25$, $\lambda - \lambda s = 171.4$, $\beta = 11.7$, $\alpha = 199.6$, $\delta = 4.4$, $V_g = 19.7$

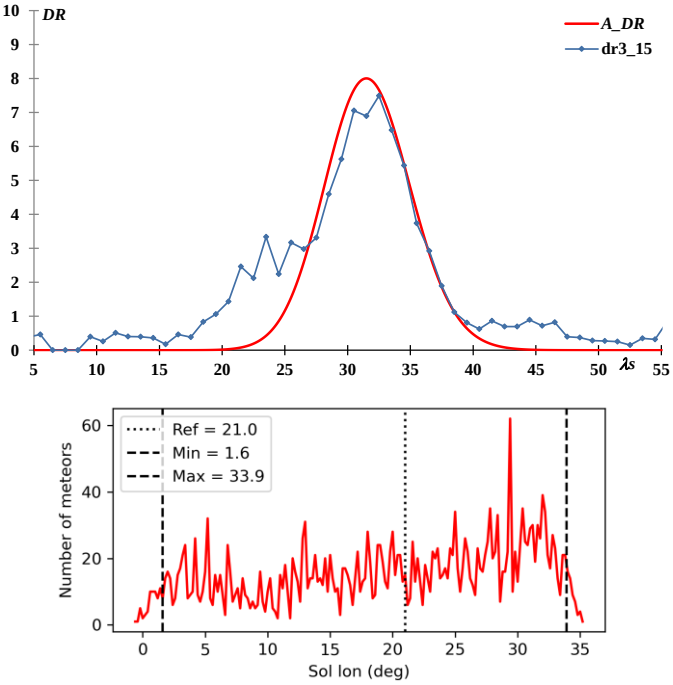




AVB という名前の元となった、0021AVB00、0021AVB01、0021AVB02 とは異なる活動で、0021AVB03、0021AVB04、0021AVB06 および 0136SLE02 から構成されている。

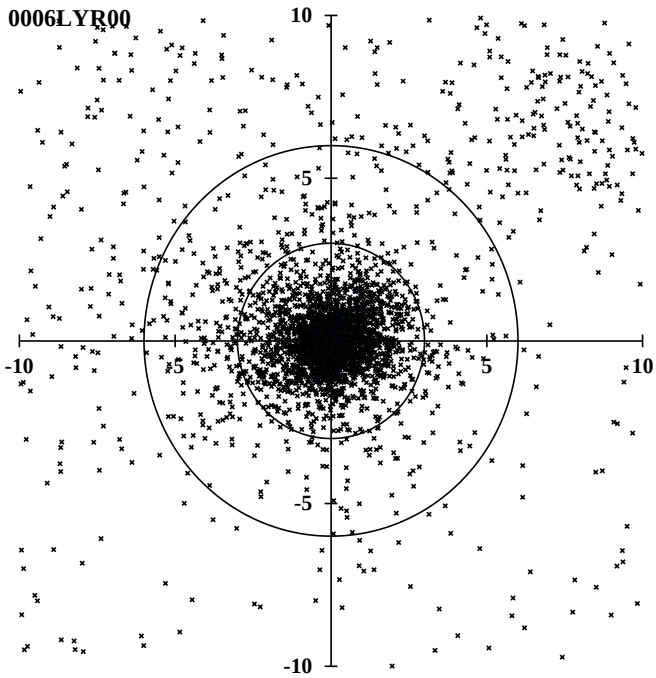
0040ZCY_1: zeta-Cygnids　$\lambda s = 31.5$, $\lambda - \lambda s = 299.1$, $\beta = 58.1$, $\alpha = 308.6$, $\delta = 42.5$, $V_g = 41.8$

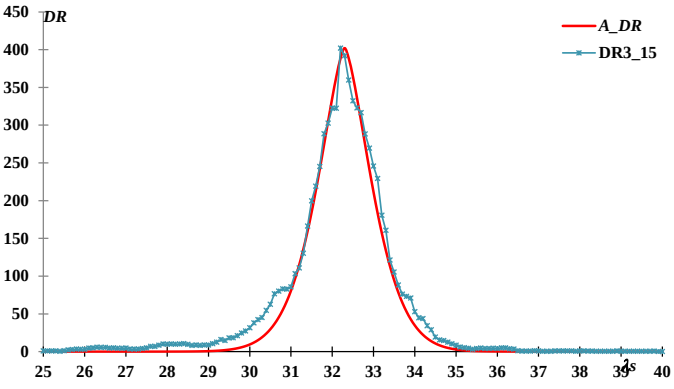




ZCY と ARC については「II.注意が必要な流星群」で詳しく述べているが、ここで ZCY_1 とした活動はλs=31.5 にかなりはっきりした極大を示している。二段に示した活動曲線の下のものは GMN がまとめたもので、ZCY の活動期間をλs=1.6~33.9 としているが、本稿で推定した極大付近の活動が盛んである様子が見られる。

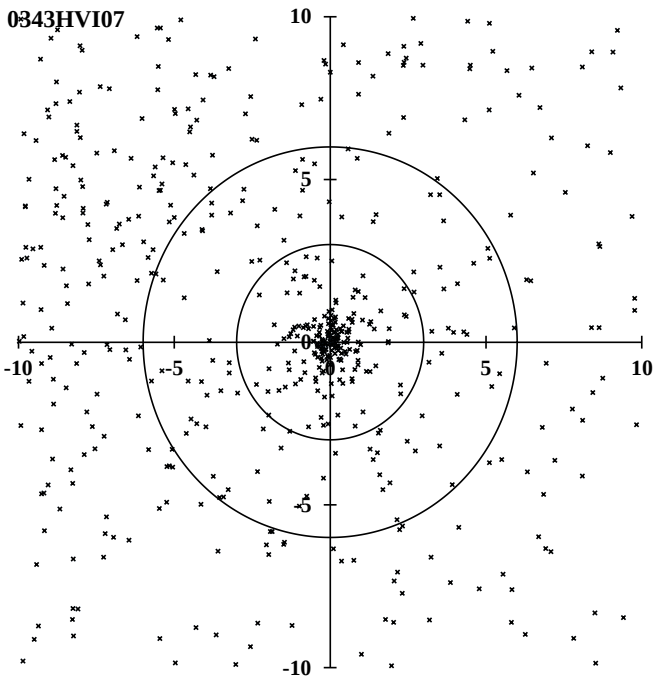
0006LYR: April Lyrids　$\lambda s = 32.3$, $\lambda - \lambda s = 240.8$, $\beta = 56.7$, $\alpha = 272.1$, $\delta = 33.3$, $V_g = 46.6$

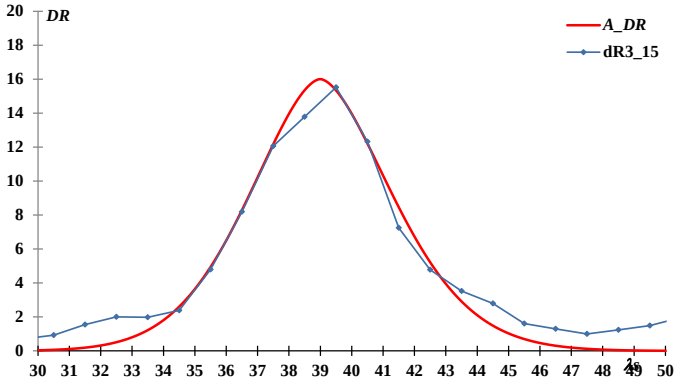




LYR の活動期間について、かつてはかなり長く考えられていたが、SonotaCo ネットでは$\lambda s = 27.60$~35.86、GMN でも$\lambda s = 30$~34 とかなり短く設定している。活動曲線で尖塔の基壇部のような構造が見られるが、これは前回の SonotaCo ネットの結果とも共通している。

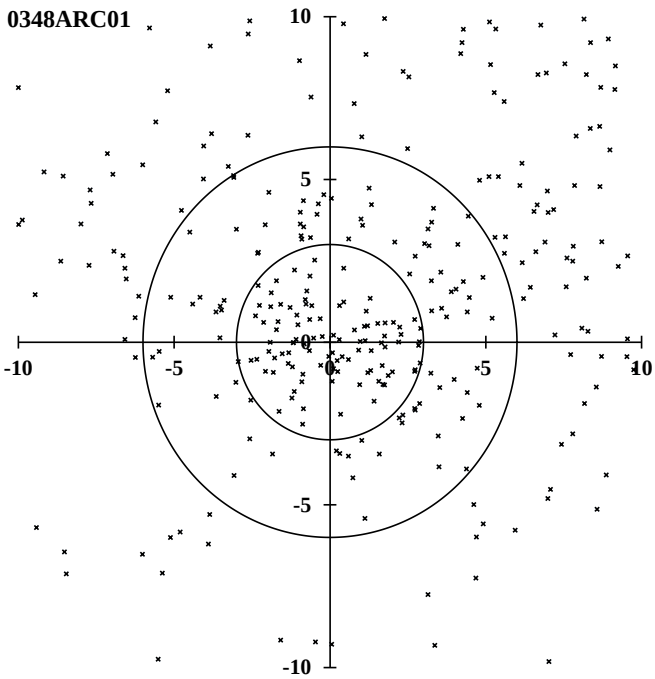
0343HVI: h-Virginids　　λs = 39　, λ-λs = 166.2, β = -1.3, α = 202.9, δ = -11.0, V_g = 18.4

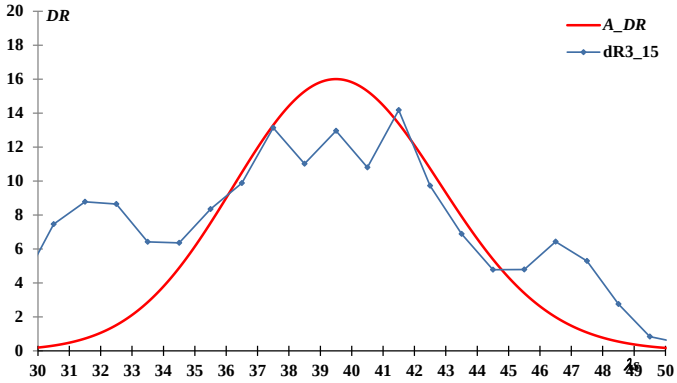




0343HVI01 は輻射点の位置も太陽黄経の値も他とはかなり異なっており、HVI の観測とは認められない。また、HVI は年により活動が大きく変化するので、GMN による観測はほぼ 2020 年のものに限られている。

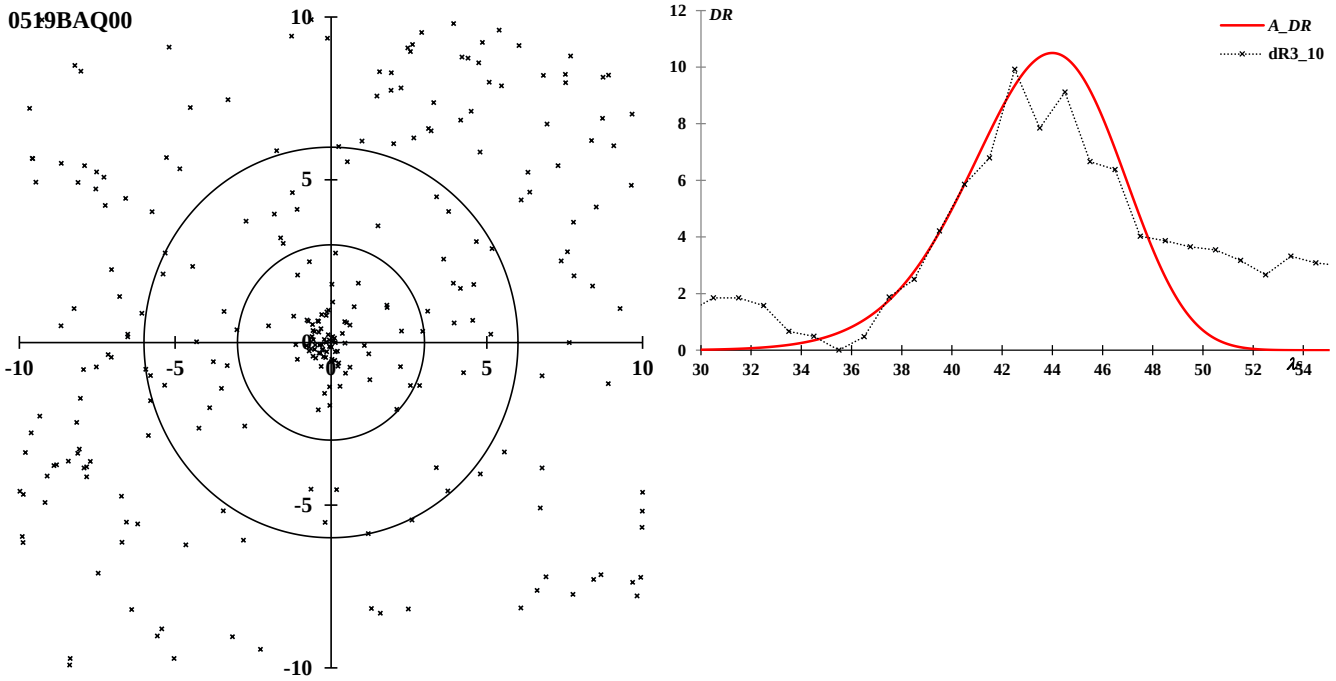
0348ARC: April rho-Cygnids λs = 39.5, λ-λs = 312.7, β = 56.5, α = 323.8, δ = 47.3, V_g = 41.3





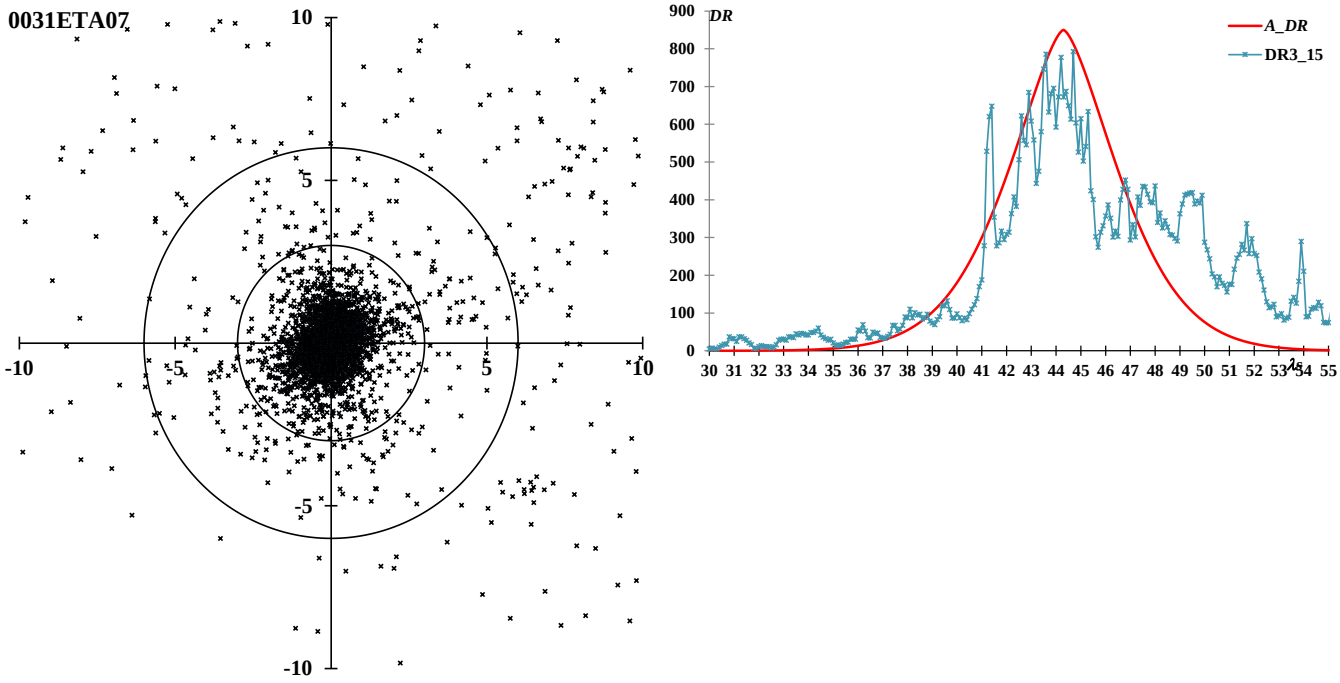
ARC は ZCY の活動域に隣接しており、λs=30 付近の活動は ZCY の混入によるものと推定される。ARC と ZCY の関係については「注意が必要な流星群」を参照されたい。活動曲線はすっきりしないが、輻射点移動は明瞭である。前回は取り上げていない群で、SonotaCo ネットの J14 リストにもない。

0519BAQ: beta-Aquariids　　$\lambda s = 44$, $\lambda - \lambda s = 279.3$, $\beta = 13.3$, $\alpha = 321.3$, $\delta = -1.2$, $V_g = 68.3$



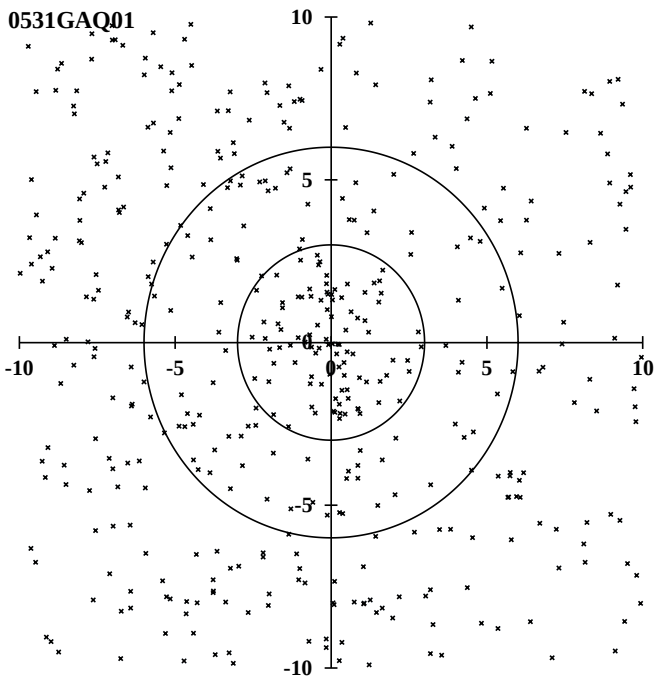
クロアチアと SonotaCo ネットの観測を合わせて検出された活動である。輻射点はよく集中しているが、出現数が少ないので GMN のリストにはあるが、SonotaCo ネットの J14 リストにはない。前回は取り上げていない群である。

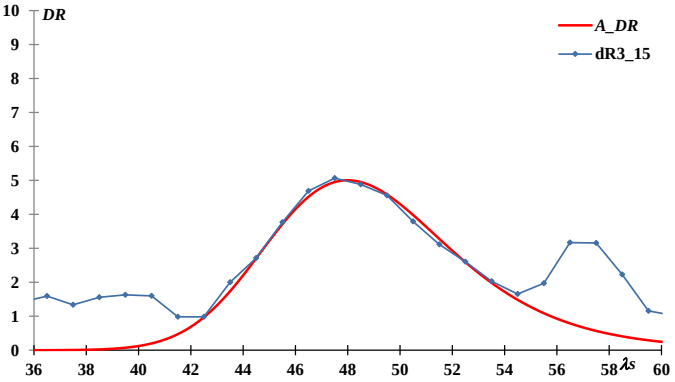
0031ETA: eta-Aquariids　　$\lambda s = 44.3$, $\lambda - \lambda s = 294.0$, $\beta = 7.6$, $\alpha = 337.1$, $\delta = -1.4$, $V_g = 65.4$



輻射点はよく集中している。活動曲線は対称ではなく、極大後の活動期間は長い。後期の活動は、SonotaCo ネットの J14 リストでは$\lambda s = 65.48$ まで、また、GMN でも$\lambda s = 66$ としている。しかし、GMN の流星リストでは$\lambda s > 95$ のものでも ETA と判定されている流星が存在する。詳しくは「注意が必要な流星群」の中で触れているが、PPS にまで連なる流星活動があるのかもしれない。

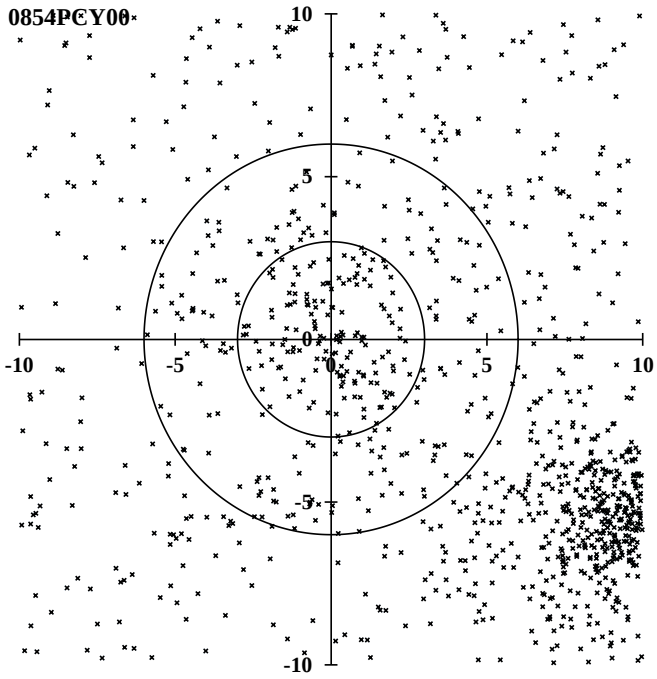
0531GAQ: gamma-Aquilids $\lambda s = 48$, $\lambda - \lambda s = 262.5$, $\beta = 33.3$, $\alpha = 304.1$, $\delta = 14.5$, $V_g = 62.0$

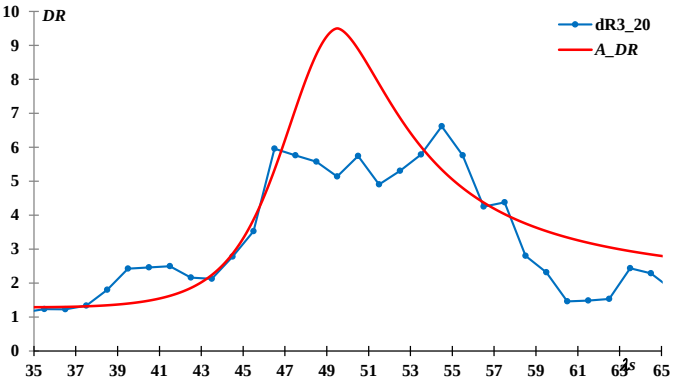




これはクロアチアと SonotaCo ネットの観測を合わせて、母天体捜索を行った際に見出されたもので、C/1853G1(Schweizer)との関連が指摘されている。活動期間を GMN ではλs = 44.6~65 としているが、SonotaCo ネットの J14 リストではλs = 51.04~52.44 と短く、しかも、上の活動曲線では後期にあたる時期としている。前回は取り上げていない群である。

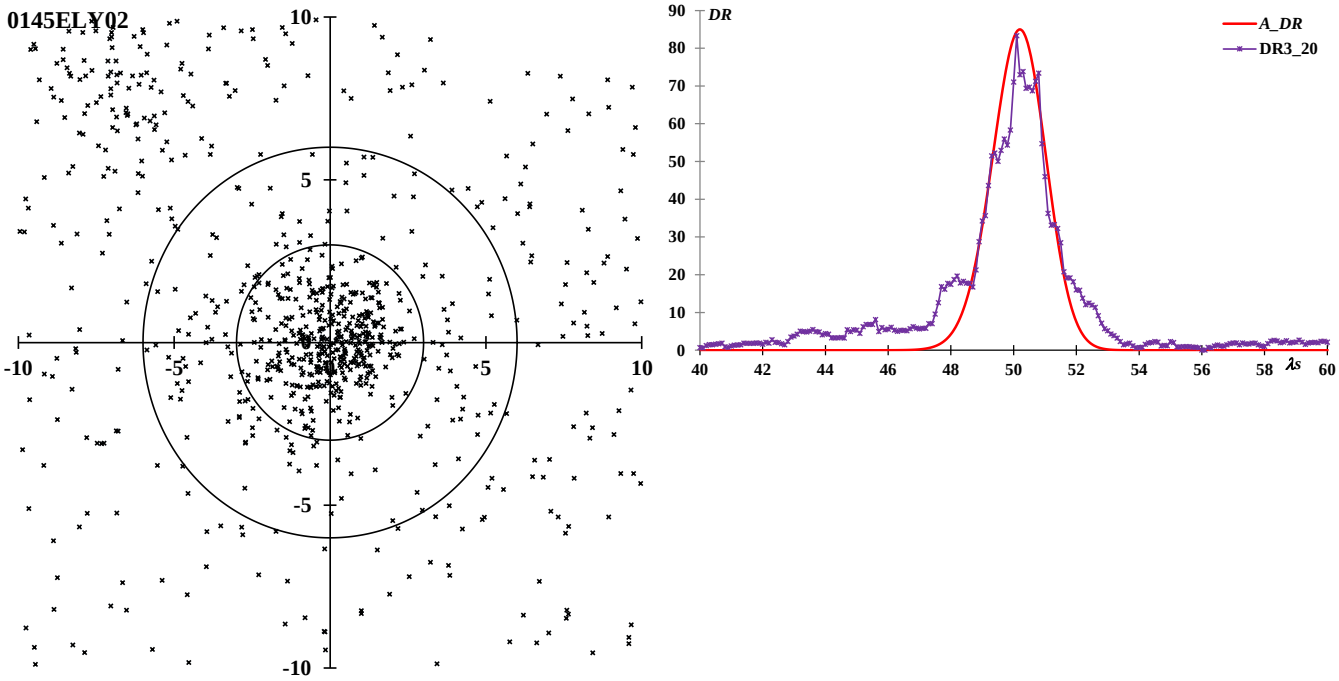
0854PCY: psi-Cygnids $\lambda s = 49.5$, $\lambda - \lambda s = 278.1$, $\beta = 71.5$, $\alpha = 296.6$, $\delta = 53.4$, $V_g = 39.4$





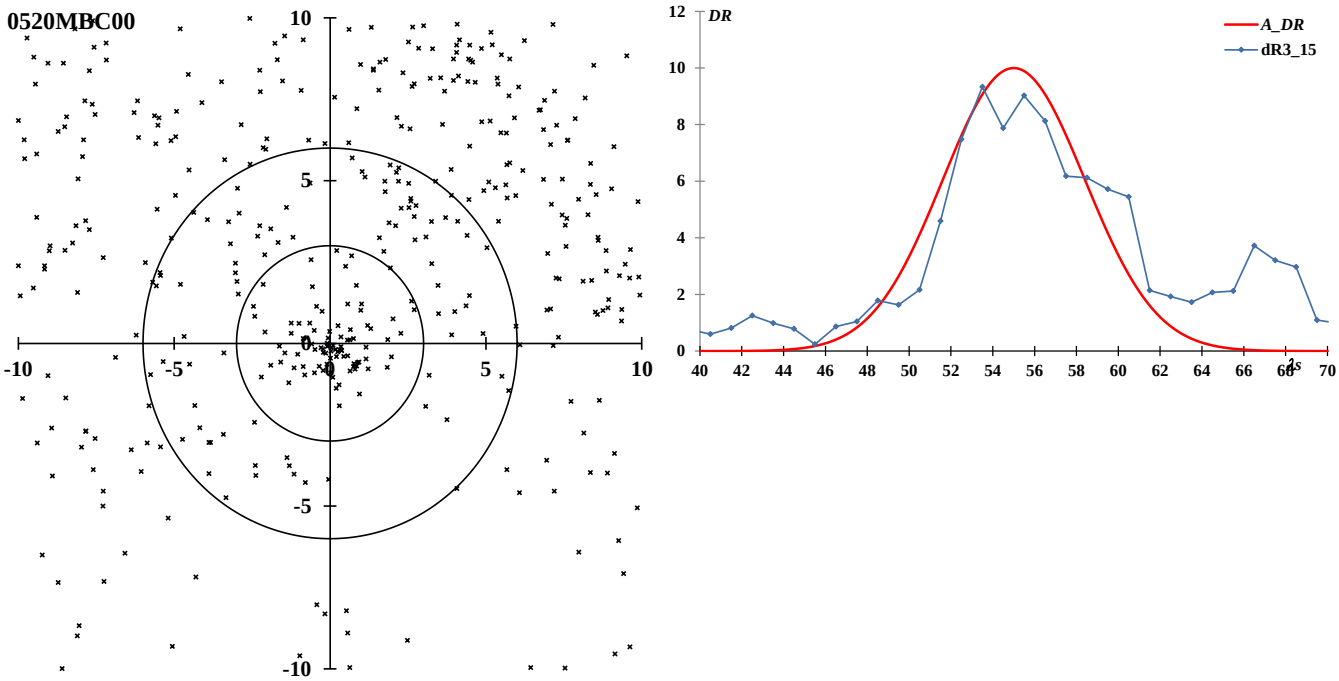
CAMS の第二報で登場するが、IAUMDCSD で他の報告はない。輻射点分布図で右下の活動は 0145ELY で、10 度ほどしか離れていない。輻射点もやや拡散し、極大も不明瞭である。SonotaCo ネットの J14 リストにも掲載されておらず、前回は取り上げていない群である。

0145ELY: eta-Lyrids　　λs = 50.2, λ-λs = 256.3, β = 64.5, α = 290.7, δ = 43.7, V_g = 44.0



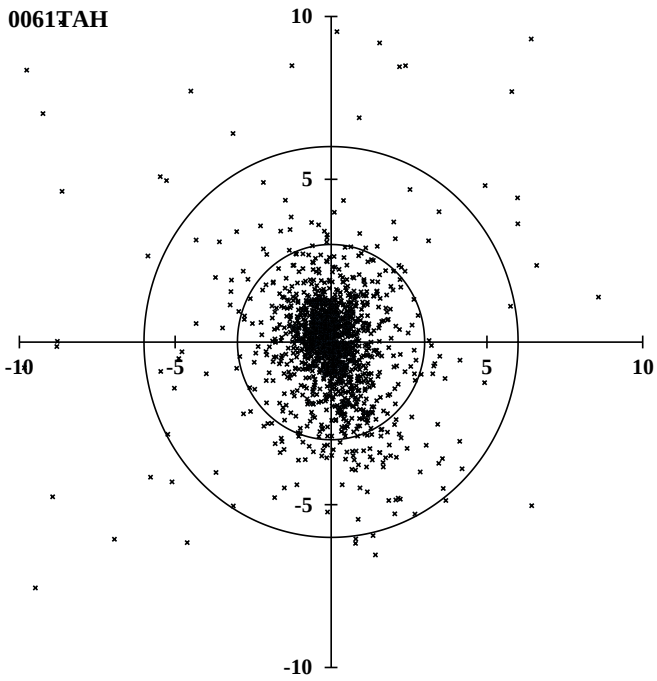
現在の IAUMDCSD では SonotaCo ネットの観測が最初のように見えるが、彗星の出現間もなくから存在は知られていた。筆者も 1985 年の流星会議で C/1983 H1 (IRAS-Araki-Alcock)に関連する流星群として発表したことがある。少し以前の IAUMDCSD では Jenniskens の 2006 年の大著が最初の報告とされていた。IAUMDCSD の改定が行われても、以前の版を保存して置いて検証する必要が生じる場合がある。

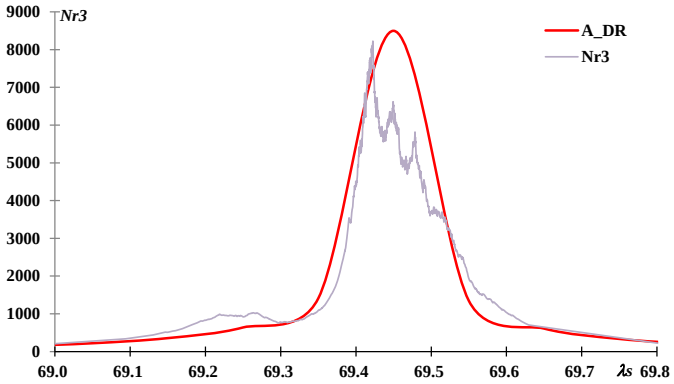
0520MBC: May beta-Capricornids　　λs = 55, λ-λs = 245.8, β = 4.8 α = 302.0, δ = -15.3, V_g = 65.7



これもクロアチアと SonotaCo ネットの観測を合わせて検出された流星群であるが、SonotaCo ネットの J14 リストではλs = 53.72~54.38 の極大付近の活動しか認めていない。観測された流星数は少ないものの、輻射点も活動曲線も明瞭である。前回は取り上げていない群である。

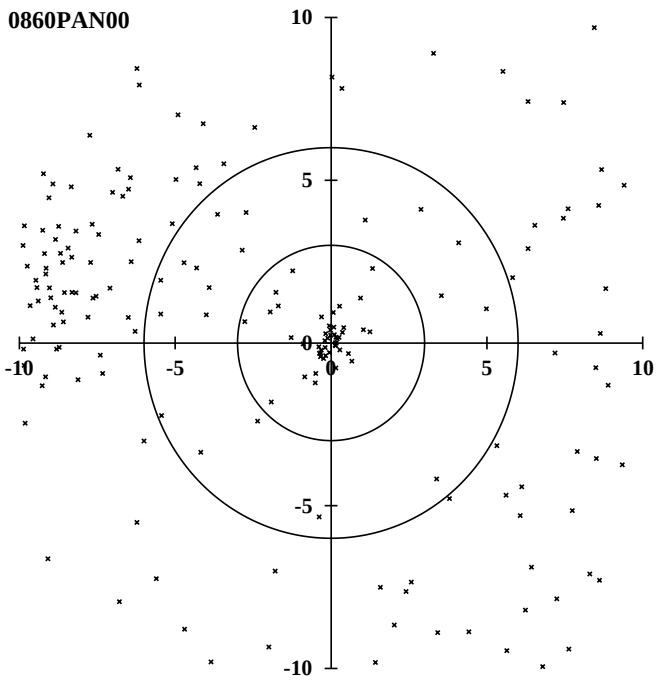
0061TAH: tau-Herculids　　λs = 69.45, λ-λs = 125.3, β = 36.9 α = 208.9, δ = 28.0, V_g = 11.4

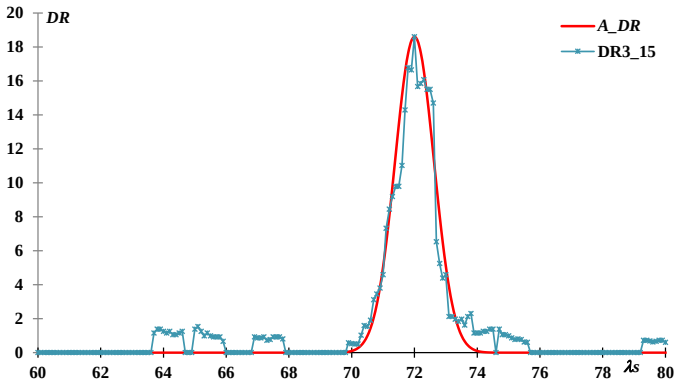




ここに示すデータは 2022 年の突発出現についてのものである。GMN の観測において、2019~21 年では輻射点分布図の 3 度以内に入る流星は観測されていない。詳しくは「注意が必要な流星群」に記したのでそちらを参照されたい。前回は取り上げておらず、SonotaCo ネットの J14 リストにもない。GMN は IAUMDCSD の TAH ではなく、この 2022 年の観測値を TAH として掲載している。

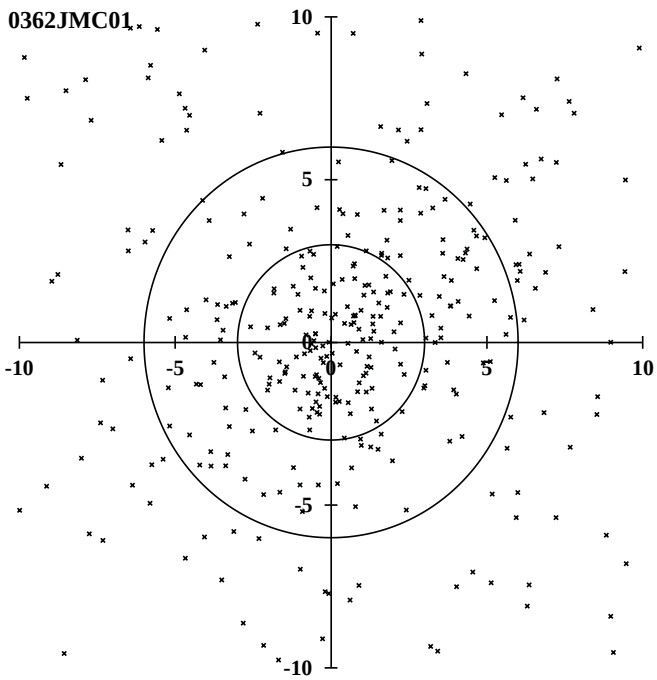
0860PAN: psi-Andromedids　λs = 72, λ-λs = 307.1, β = 43.6, α = 355.3, δ = 46.6, V_g = 50.4

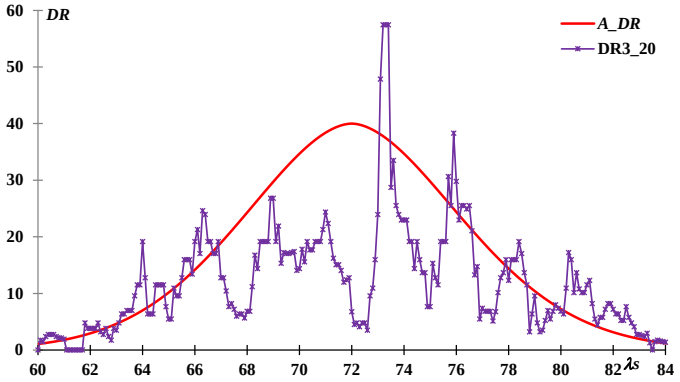




CAMS の観測の第二報で初めて検出されたもので、まだ IAUMDCSD に他の報告はない。極大は短く、観測された流星数は少ないが、輻射点はよくまとまっている。前回は取り上げていない群である。

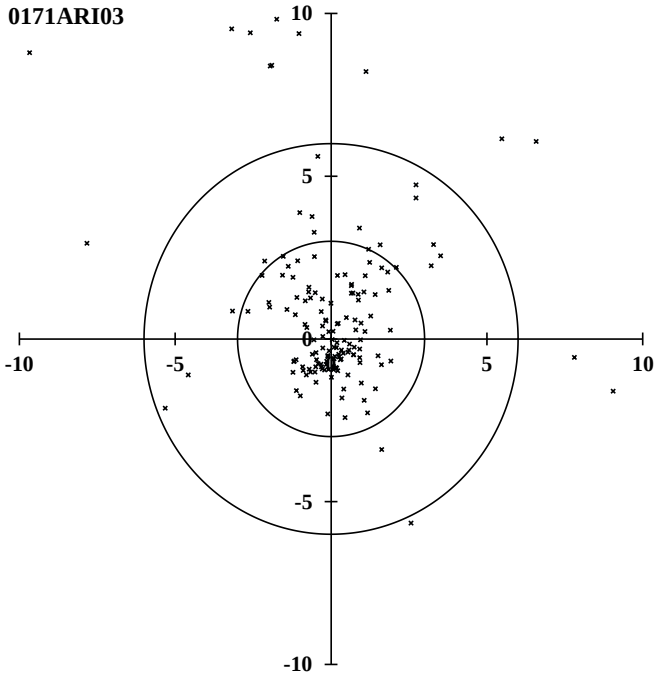
0362JMC: June mu-Cassiopeiids　　$\lambda s = 72$, $\lambda - \lambda s = 323.5$, $\beta = 43.6$, $\alpha = 10.7$, $\delta = 53.2$, $V_g = 42.7$

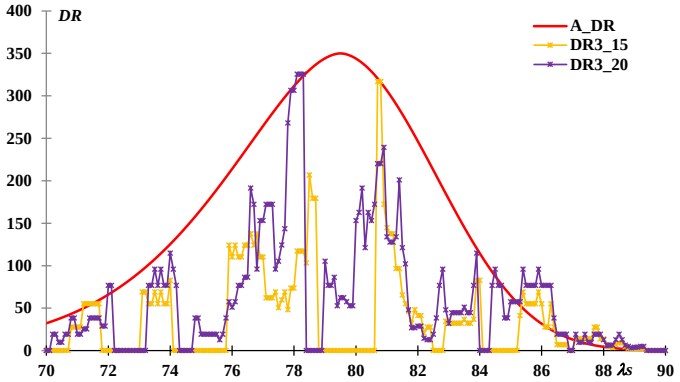




CMOR2 の電波観測で最初に検出された流星群だが、ビデオでも複数の報告がある。輻射点は拡散し、活動曲線も明瞭ではない。前回は取り上げていない群であり、SonotaCo ネットの J14 リストにもない。

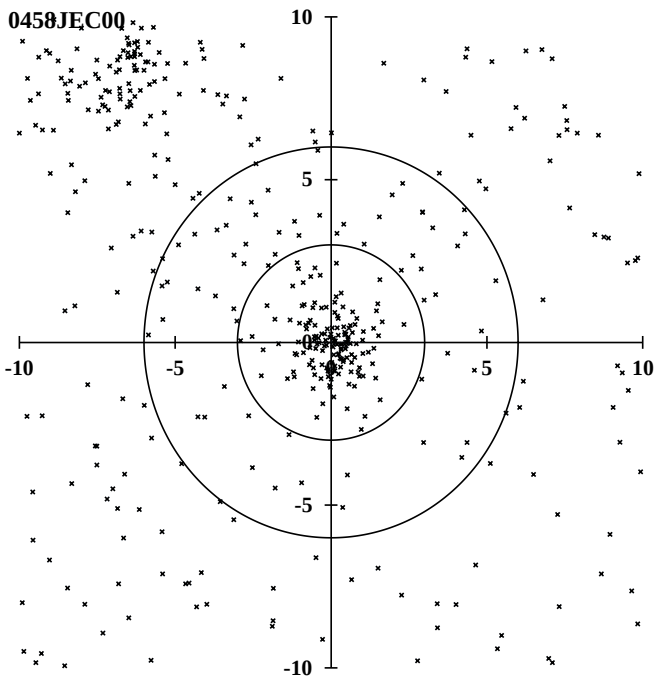
0171ARI: Daytime Arietids　$\lambda s = 79.5$, $\lambda - \lambda s = 330.6$, $\beta = 7.8$, $\alpha = 45.3$, $\delta = 25.2$, $V_g = 40.8$

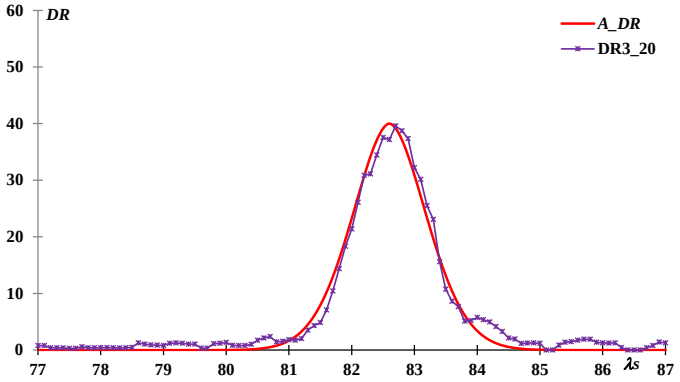




IAUMDCSD の最初は Sekanina の電波観測であるが、電波観測の黎明期から知られており、Lovell の電波観測はよく知られている。太陽から比較的離れているので、北半球の眼視観測者にも捉えられている。しかし、ビデオ観測でも得られる流星数は多くないので、活動曲線ははっきりしない。

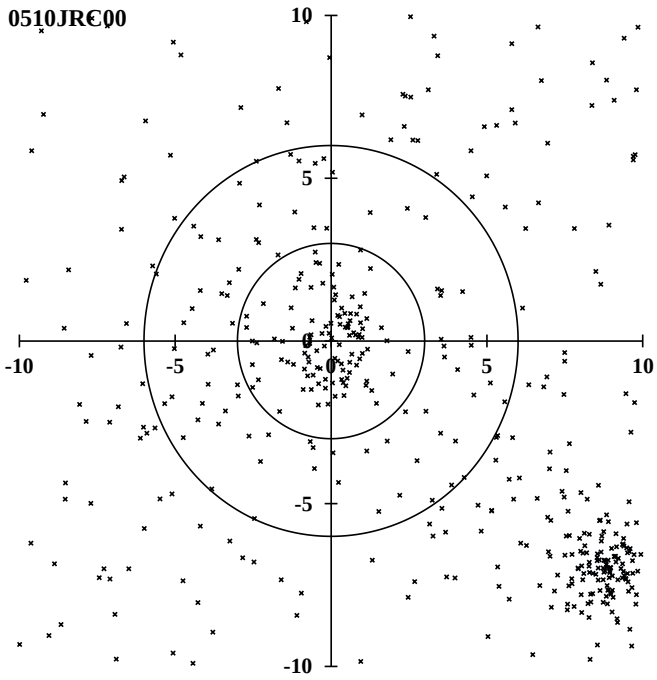
0458JEC: June epsilon-Cygnids　　$\lambda s = 82.6$, $\lambda - \lambda s = 249.2$, $\beta = 47.9$, $\alpha = 315.3$, $\delta = 33.7$, $V_g = 52.7$

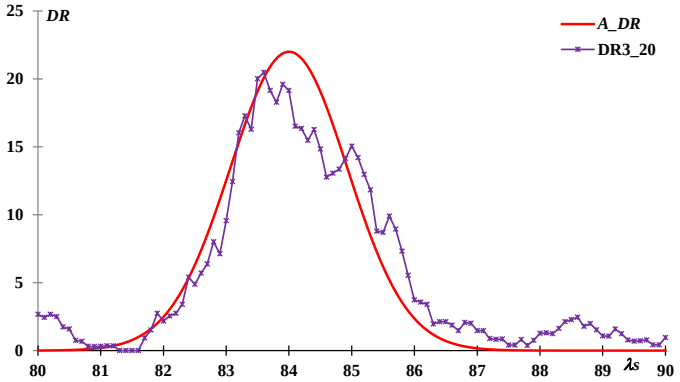




SonotaCo ネットと CAMS のデータを合わせて検出された流星群である。前回は取り上げていないが、輻射点も活動曲線も明瞭である。極大の幅が狭いので、年により得られる流星数に差が出やすい。

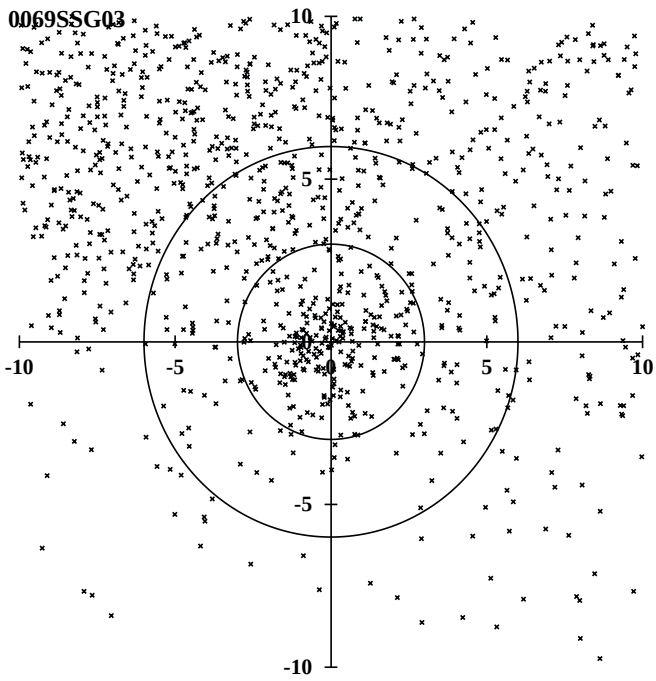
0510JRC: June rho-Cygnids　$\lambda s = 84$, $\lambda - \lambda s = 262.2$, $\beta = 55.4$, $\alpha = 320.7$, $\delta = 44.5$, $V_g = 49.7$

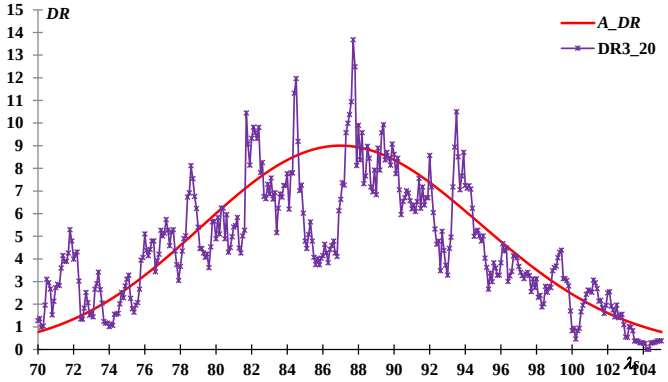




クロアチアと SonotaCo ネットの観測を合わせて検出された流星群である。輻射点分布の右下に見えているのが、0458JEC である。活動期間の短い群であり、前回は取り上げていない。

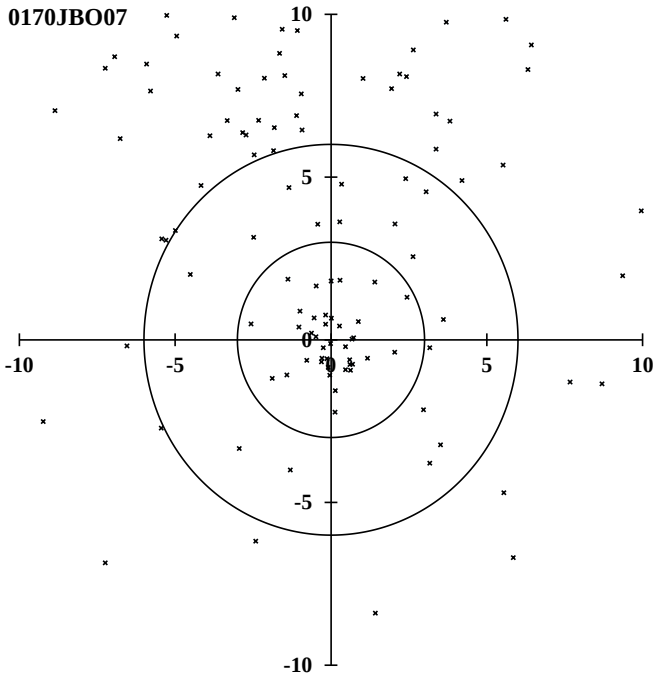
0069SSG: Southern mu-Sagittariids　　$\lambda s = 87$, $\lambda - \lambda s = 186.7$, $\beta = -6.5$, $\alpha = 274.2$, $\delta = -29.9$, $V_g = 25.2$

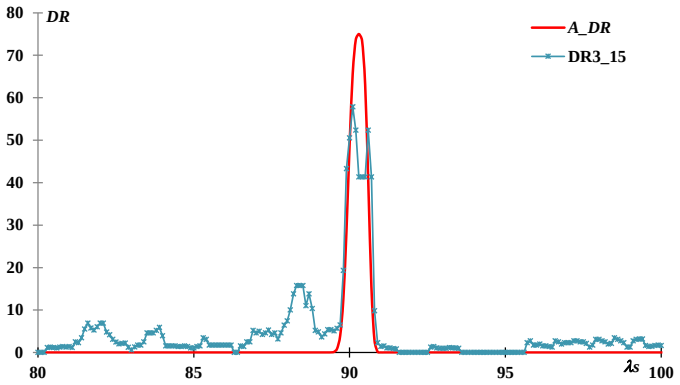




さそり～いて座は眼視観測によっても、黄道型流星群の活動域とされており、写真観測によっても様々な流星群が提唱されてきた。輻射点分布図の上半分は ANT の領域である。SSG はその中でも輻射点分布からも活動曲線からも明瞭に ANT の活動とは区別できる。0069SSG00 は-3 等よりも明るい写真流星から求められた活動であり、上の輻射点分布図では中心から半径 3 度の円よりやや外側の右上で ANT に近い。前回は取り上げておらず、SonotaCo ネットの J14 リストにも掲載されていない。

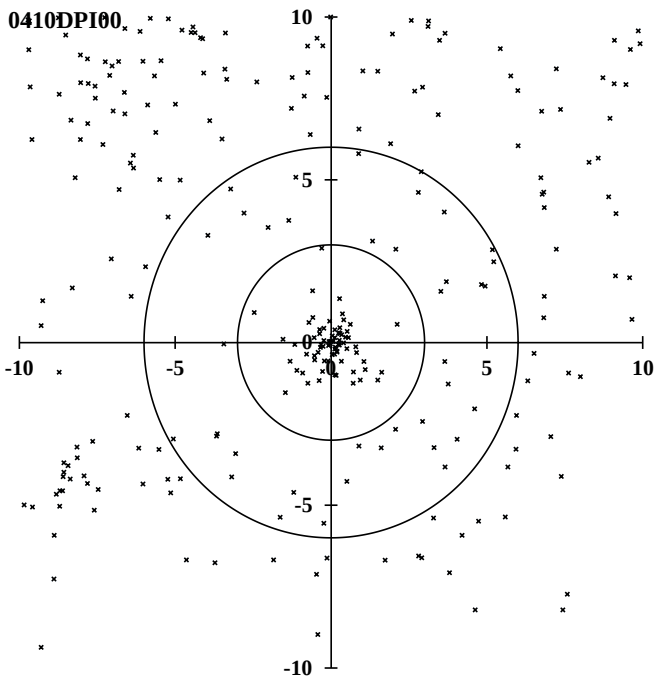
0170JBO: June Bootids　　$\lambda s = 90.3$, $\lambda - \lambda s = 101.2$, $\beta = 59.4$, $\alpha = 221.1$, $\delta = 48.5$, $V_g = 14.0$

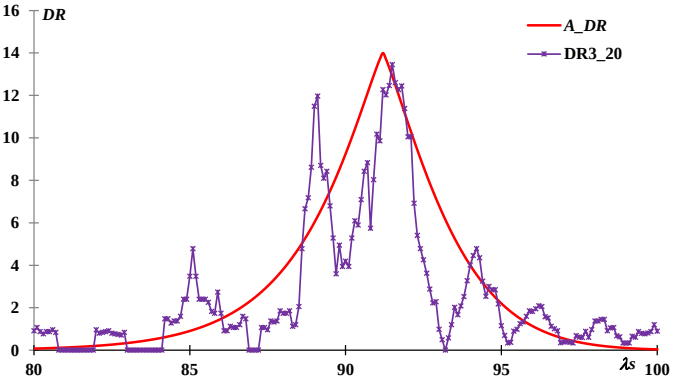




7P/Pons-Winnecke に関連する流星群としてよく知られているが、平年ではほぼ散在流星の活動に埋もれて検出は不可能である。GMN でも 2022 年の観測がなければ、未確認になったはずである。それ以前は 1998 年にヨーロッパの火球ネットで撮影されたものが唯一信頼できる軌道であった（0170JBO00 の電波観測は信頼性に欠ける）。それ以降も 2010 年、2016 年と 6 年おきの観測が IAUMDCSD に掲載されている。SonotaCo ネットの J14 リストにもなく、前回は取り上げていない。

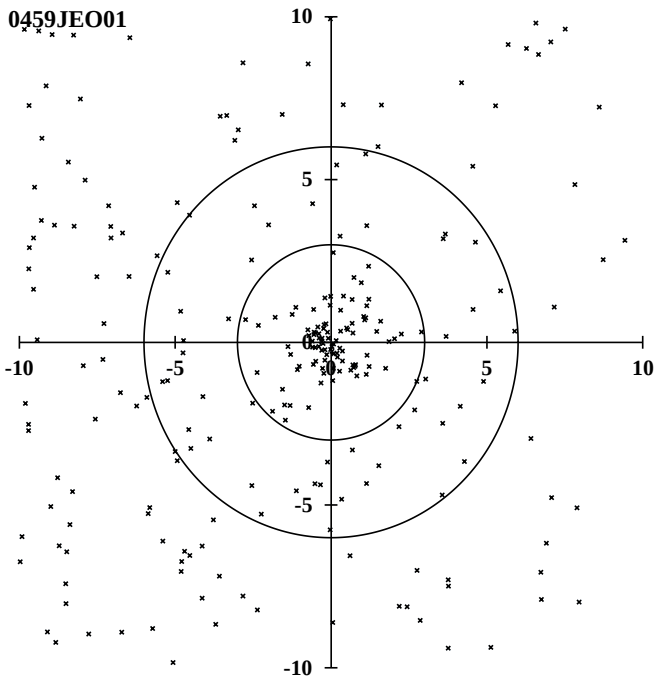
0410DPI: delta-Piscids　　$\lambda s = 91.2$, $\lambda - \lambda s = 280.4$, $\beta = 1.0$, $\alpha = 10.2$, $\delta = 5.5$, $V_g = 69.8$

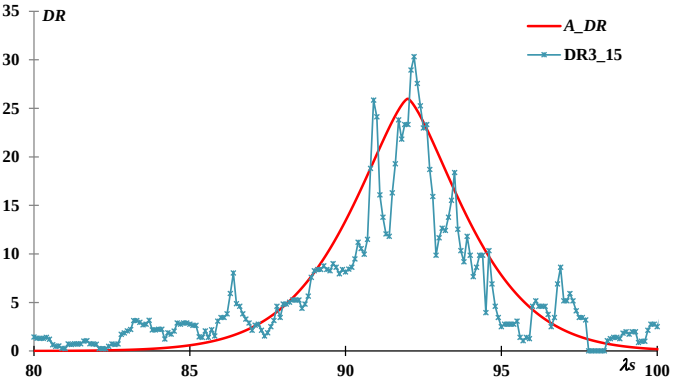




IMO のビデオネットで検出された群である。GMN での観測流星数も少ないが、輻射点分布も活動曲線も明瞭である。前回は取り上げておらず、また、SonotaCo ネットの J14 リストにもない。

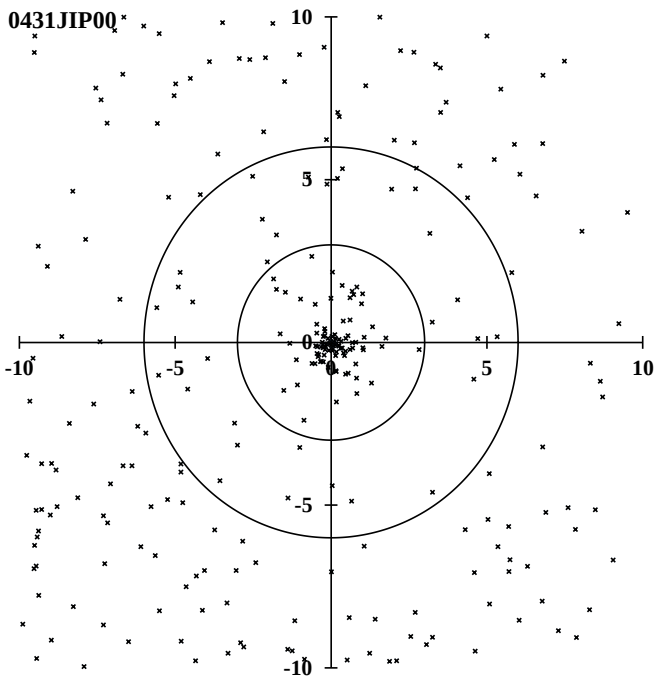
0459JEO: June epsilon-Ophiuchids　　$\lambda s = 92$, $\lambda - \lambda s = 152.7$, $\beta = 13.1$, $\alpha = 245.1$, $\delta = -8.2$, $V_g = 13.7$

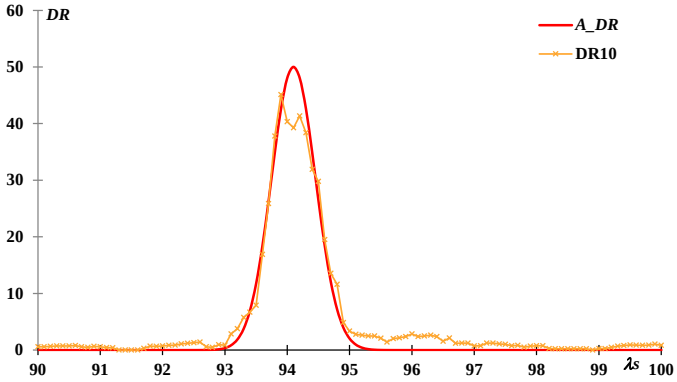




SonotaCo ネットと CAMS のデータを合わせて検出された流星群である。しかし、この 0459JEO00 は輻射点分布図で半径 6 度の円の外で左上に位置し、$\lambda s = 84.1$ という数字も活動曲線からみて代表値とは言い難い。前回は取り上げていない。

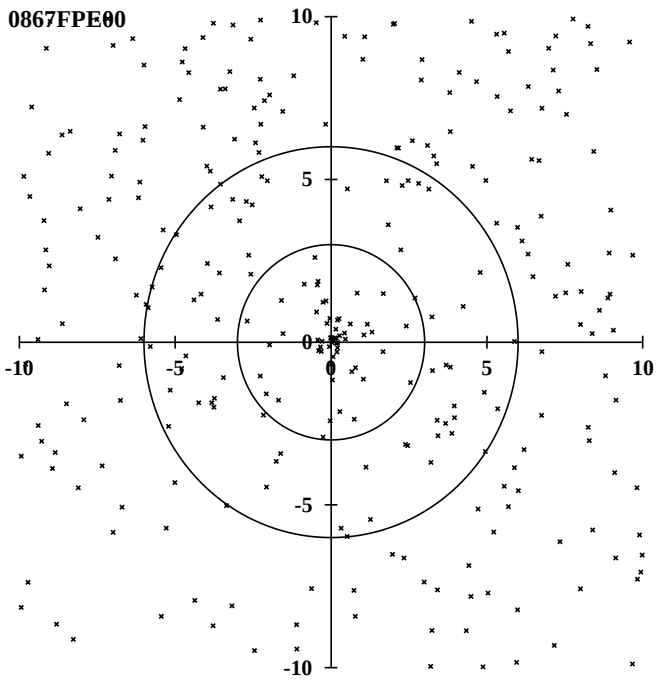
0431JIP: June iota-Pegasids　$\lambda s = 94.1$, $\lambda - \lambda s = 252.4$, $\beta = 37.8$, $\alpha = 331.7$, $\delta = 29.3$, $V_g = 58.5$

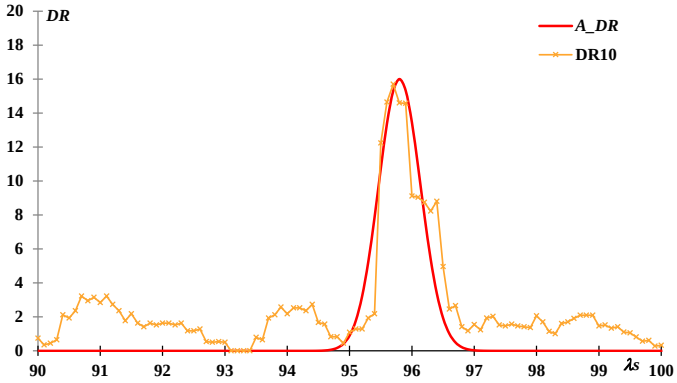




SonotaCo ネットのデータを用いてイギリスの人が 4 つの活動を指摘したうちの一つである。輻射点がよく集中しており、活動曲線も鋭く明瞭である。

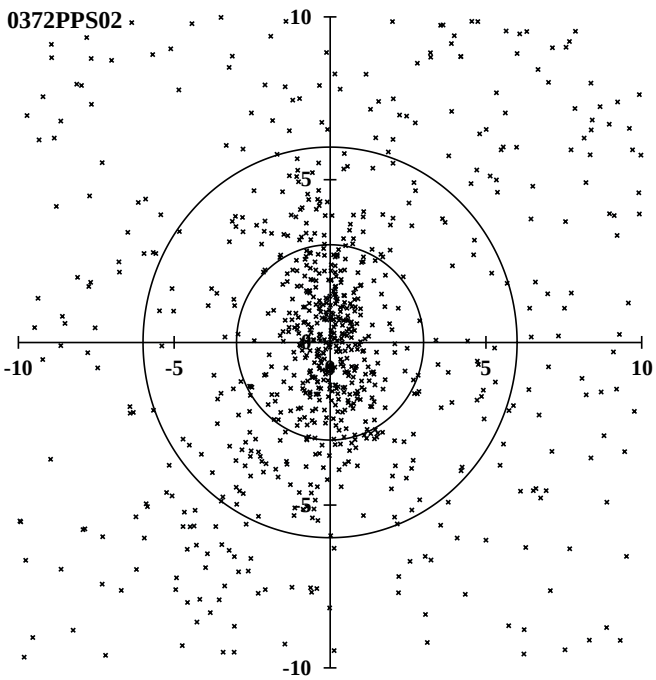
0867FPE: 52-Pegasids　　$\lambda s = 95.8$, $\lambda - \lambda s = 254.9$, $\beta = 15.9$, $\alpha = 345.2$, $\delta = 11.0$, $V_g = 66.7$

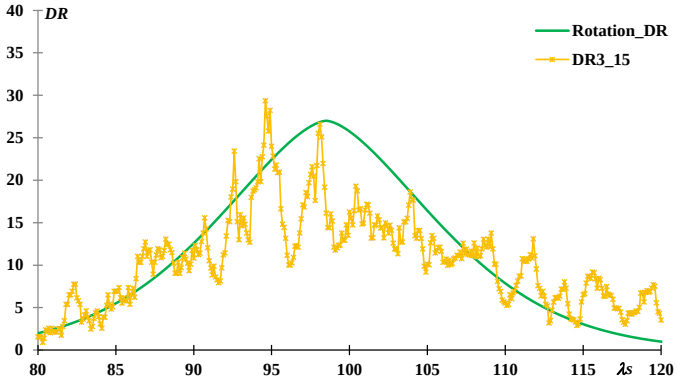




CAMS の第二報で登場した群である。GMN で得られている流星数は少ないものの、輻射点もよくまとまり、活動曲線も明瞭である。SonotaCo ネットの J14 リストにもなく、前回は取り上げていない。

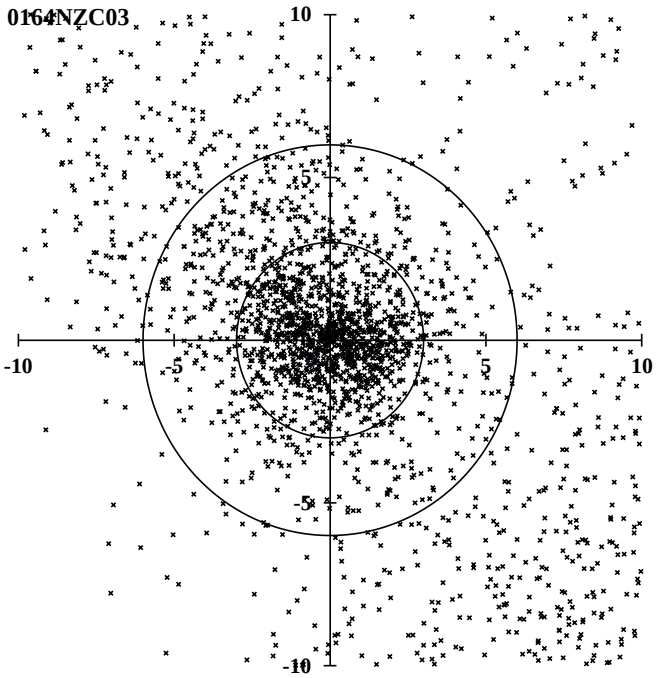
0372PPS_0: phi-Piscids　　$\lambda s = 98.5$, λ-$\lambda s = 282.9$, $\beta = 16.1$, $\alpha = 13.3$, $\delta = 23.2$, $V_g = 66.3$

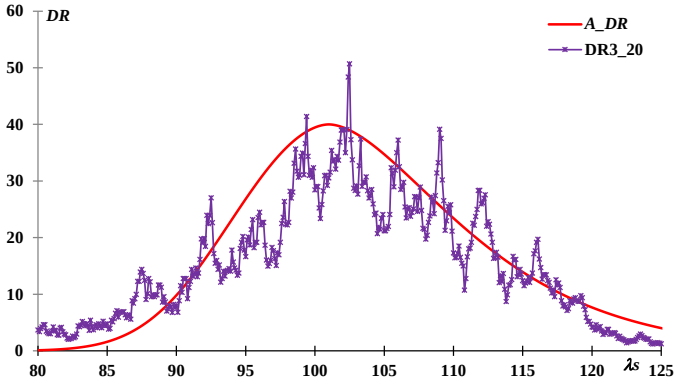




CMOR2 の電波観測によって検出された群である。PPS の周辺の流星活動が複雑なので、詳細は「注意が必要な流星群」に譲る。SonotaCo ネットの J14 リストでは活動期間を$\lambda s = 91.68$~98.20 としているが、GMN では$\lambda s = 89$~132.7 とし、実際にはさらに両側に延長して判定している。J14 リストは PPS の活動の極大前の部分しか扱っていないことになり、GMN は末期出現を長くとり過ぎているように思われる。

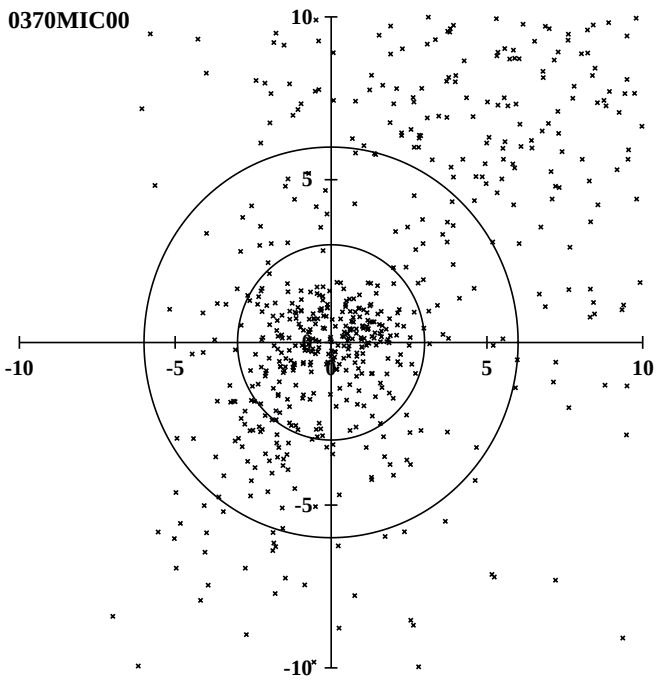
0164NZC: Northern June Aquilids　　$\lambda s = 101$, λ-$\lambda s = 209.5$, $\beta = 12.4$, $\alpha = 309.6$, $\delta = -5.6$, $V_g = 38.9$

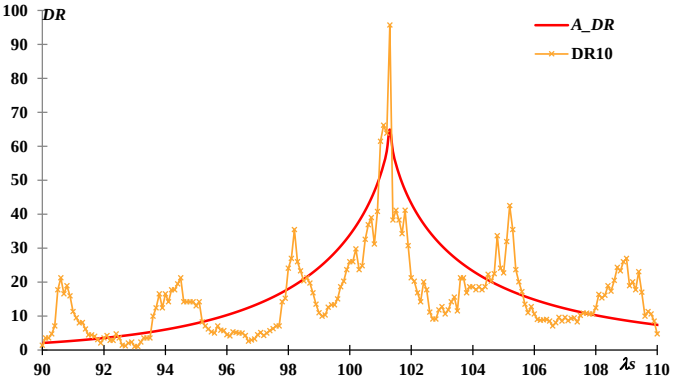




0164NZC00 は Sekanina による電波観測で、NZC01 も CMOR1 による電波観測である。輻射点は分布図に見られるように拡散し、しかも、左上から右下へと連続的な流星活動域の中にある。SonotaCo ネットの J14 リストでは、NZC について自らが IAUMDCSD に提唱した 1111AQI の略符 AQI を用いているので注意が必要である。活動期間について、J14 では$\lambda s = 92.55$~96.10 と上の活動曲線の極大前の短期間としているのに対して、逆に GMN では$\lambda s = 80.8$~148.2 としている。これは上で触れた流星活動域に影響されているものと思われる。

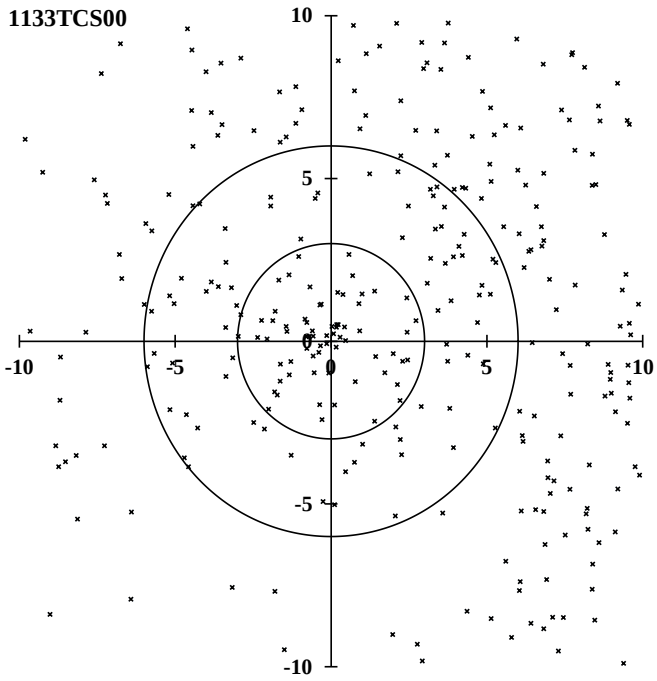
0370MIC: Microscopiids　　λs = 101.3, λ-λs = 208.8, β = -10.3, α = 315.7, δ = -27.6, V_g = 40.0

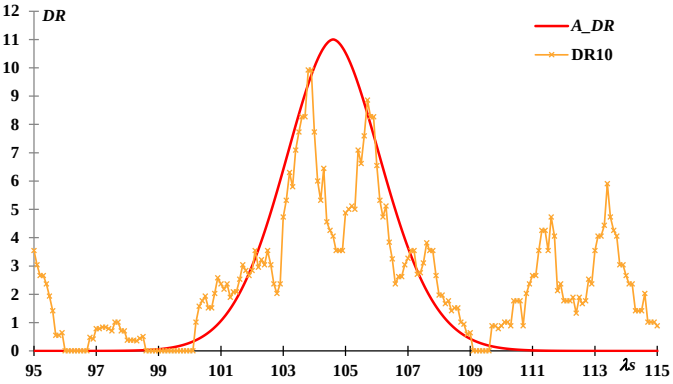




前回も指摘し、「注意が必要な流星群」の中でも述べたように、IAUMDC の SZC には 2 つの異なった流星群が含まれている。SZC00 と SZC01 が SZC と呼ばれるべきだが、両方とも電波観測であり、ビデオ観測ではほとんど捉えられていない。SZC02 と SZC04 はビデオ観測で、この MIC とされるべき観測である。混乱の中で"SZC"とされてきた流星群をここでは本来の呼称である MIC とする。前回は SZC としたが MIC に改める。

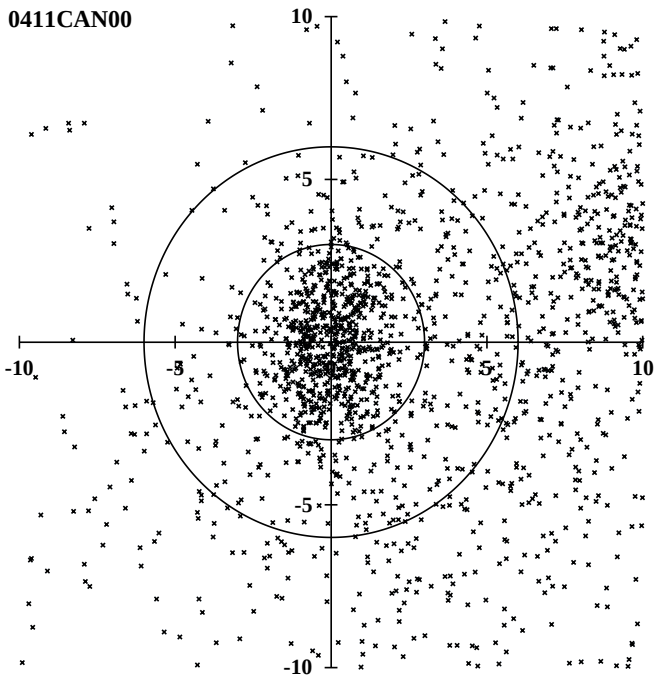
1133TCS: 32-Cassiopeiids　　λs = 104.6, λ-λs = 303.6, β = 52.7, α = 13.7, δ = 65.4, V_g = 46.3

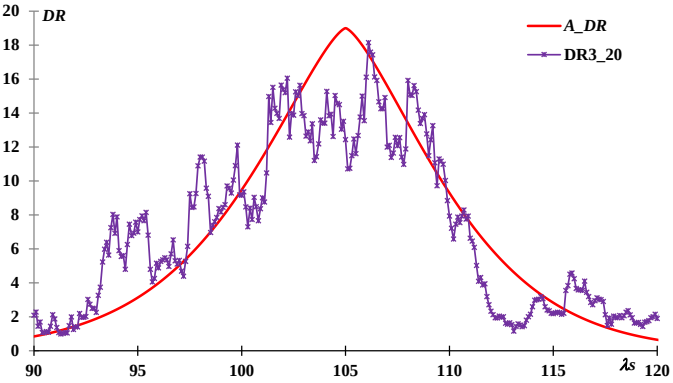




CAMS の第三報で登場する。0187PCA00 と PCA02 に近いが、活動が認められるのはこちらである。SonotaCo ネットの J14 リストにはどちらもないが、GMN では PCA として記載されている。PCA00 はλs = 114.40、PCA02 はλs = 119 としているが、上の活動曲線に見られるようにその時期には TCS の活動は終息している。前回は PCA としても TCS としても取り上げていない。

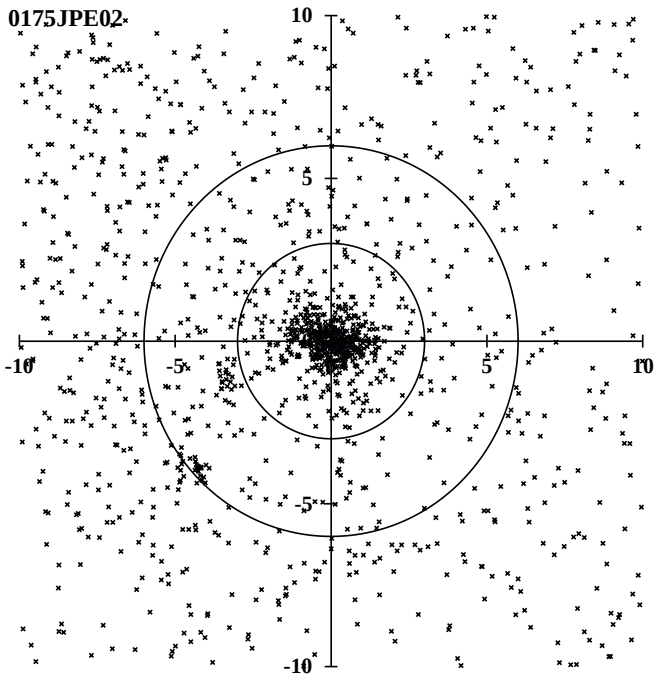
0411CAN: c-Andromedids　$\lambda s = 105$, $\lambda - \lambda s = 298.1$, $\beta = 32.8$, $\alpha = 27.0$, $\delta = 46.5$, $V_g = 57.1$

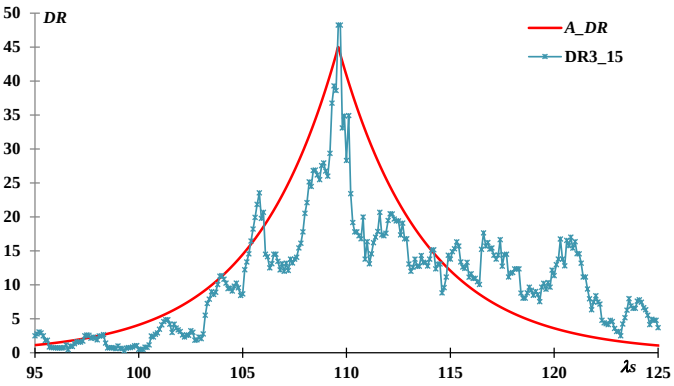




IMO のビデオネットで検出された群である。SonotaCo ネットの J14 リストでは出現期間をλs = 108.62~113.18 としているが、これは上の活動曲線の後半にあたる。この活動曲線は観測流星数そのものではなく、周囲で観測された流星数で補正したものであるが、流星数そのままだと観測条件によっては出現状況が違って見えるためであろう。

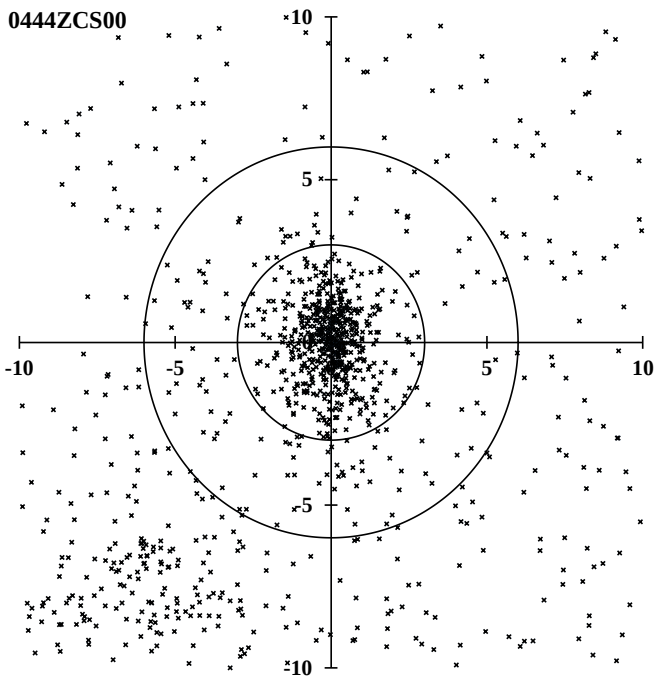
0175JPE: July Pegasids　$\lambda s = 109.6$, $\lambda - \lambda s = 244.6$, $\beta = 14.6$, $\alpha = 348.8$, $\delta = 11.1$, $V_g = 63.8$

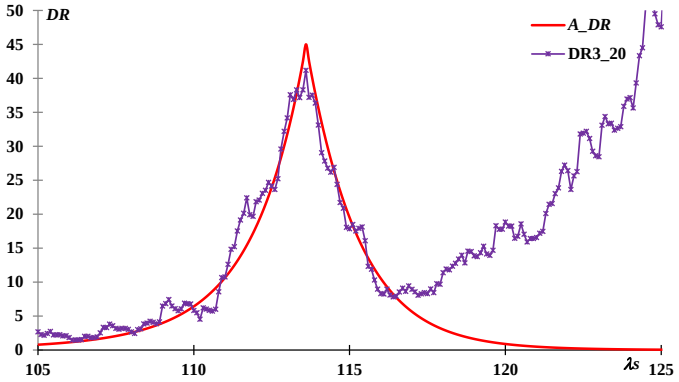




Kronk によると、Olsson-Steel が 1987 年に C/1979 Y1 (Bradfield), C/1771 A1 の予想輻射点として発表したのが端緒だという。この Kronk の本には上田さんのデータが引用されている。IAUMDCSD の識別番号が以前の版とは変更になり、かつては JPE00 は Jennikens の大著であったのが Molau と Rendtel による IMO のビデオ観測となり、Jenniskens の報告が JPE01 となっている。現在の版では出版日時の欄が追加されてはいるが、以前の版との比較に注意が必要である。0507UAN00 は JPE のことである。

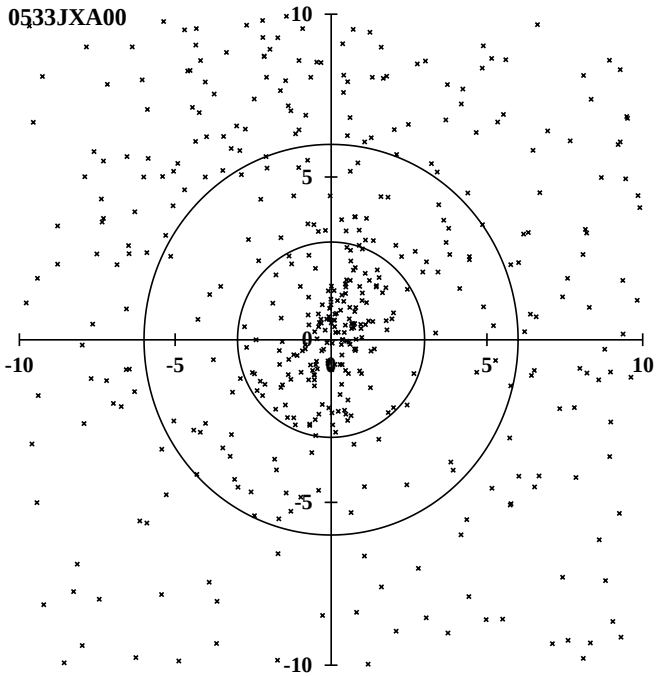
0444ZCS: zeta-Cassiopeiids $\lambda s = 113.6$, $\lambda - \lambda s = 277.9$, $\beta = 42.7$, $\alpha = 7.5$, $\delta = 50.8$, $V_g = 57.1$

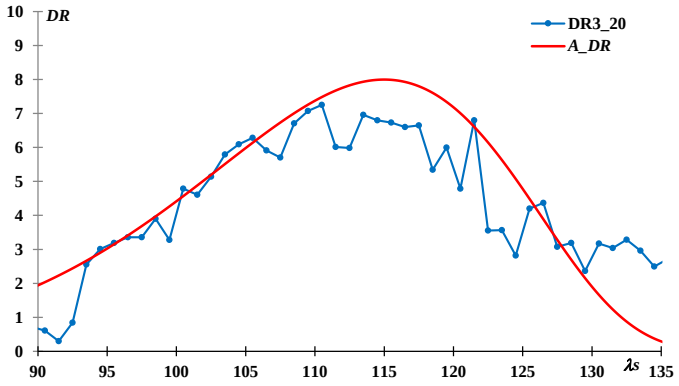




IAUMDC の記録上最初の報告は 2012 年にポーランドとクロアチアの観測者たちから出されたものということになる。しかし、眼視観測で古くからペルセウス群前駆の活動は 7 月 10 日頃から始まるとされ、これは別群ではないかという議論があった。ポーランドの観測者たちは SonotaCo ネットの観測を利用して結論を得ており、ビデオ観測の進歩によって結論が導かれたことになる。上の活動曲線で$\lambda s = 117$ 以降の増加はペルセウス群の活動によるものである。

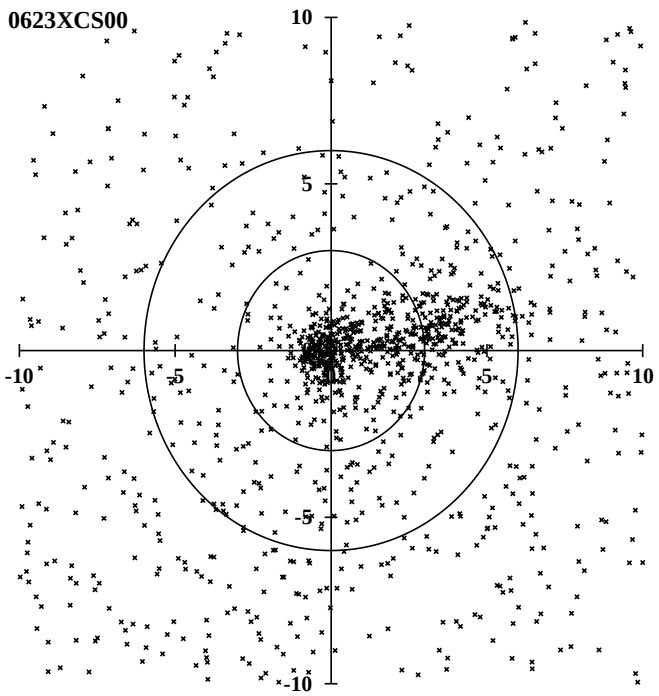
0533JXA: July xi-Arietids $\lambda s = 115$, $\lambda - \lambda s = 283.2$, $\beta = -5.5$, $\alpha = 37.7$, $\delta = 9.0$, $V_g = 68.8$

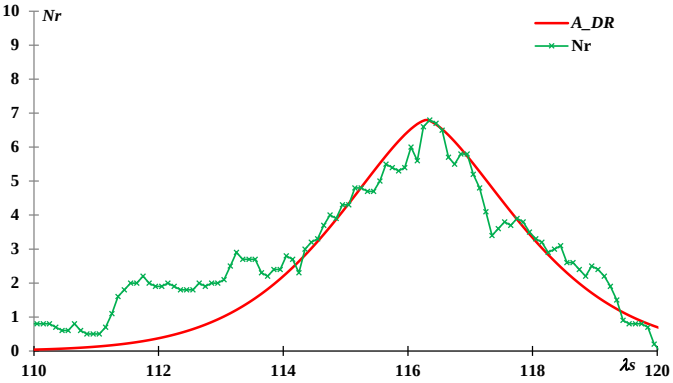




IAUMDC に JXA がクロアチアと EDMOND の観測によって登録されたのは 2014 年で、ここでも SonotaCo ネットの観測が活用されている。SonotaCo ネットの J14 リストでは、$\lambda s = 104.67$~107.29 と極大前の短い期間が掲載されている一方で、GMN は$\lambda s = 94.1$~123.8 と長くとっている。GMN が長めというのは一般的な傾向のようである。

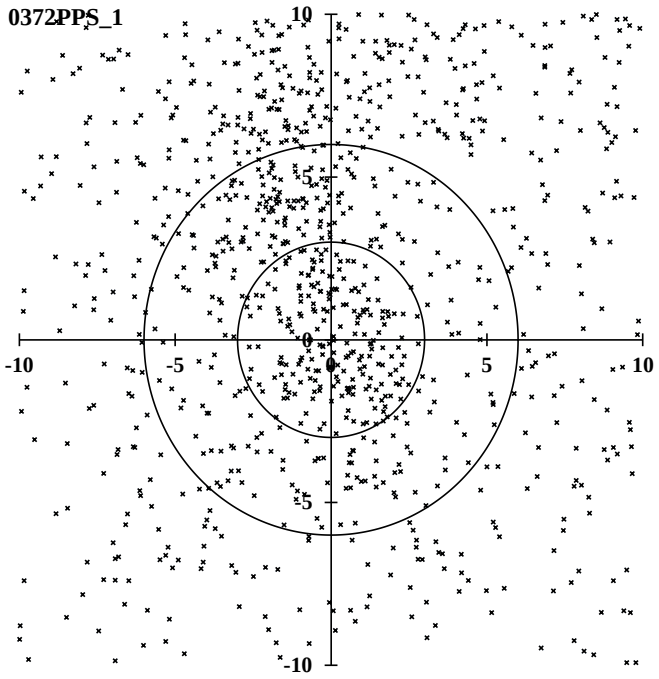
0623XCS: xi2-Capricornids　$\lambda s = 116.3$, $\lambda - \lambda s = 185.1$, $\beta = 8.4$, $\alpha = 301.8$, $\delta = -11.7$, $V_g = 25.1$

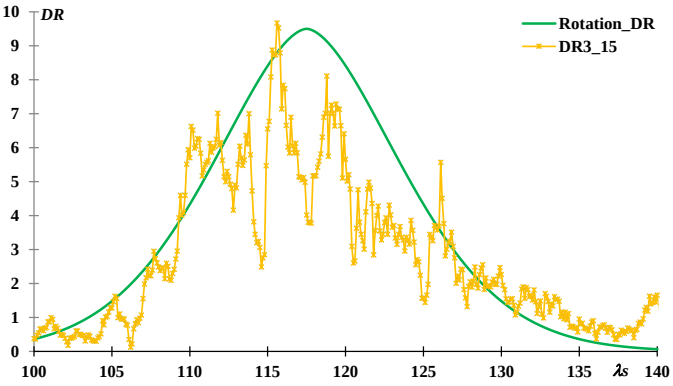




この活動は IAUMDCSD において CAMS の第一報しか掲載されていない。輻射点分布図で中心から右に伸びる輻射点の広がりは 0001CAP で、XCS は CAP から 3~5 度しか離れていない。しかし、地心速度もわずかに 2km/s 程度 XCS の方が速く、CAP とは区別されるべきものであることを筆者も指摘している。SonotaCo ネットの J14 リストでは CAP の一部のような扱いだが、GMN では区別している。

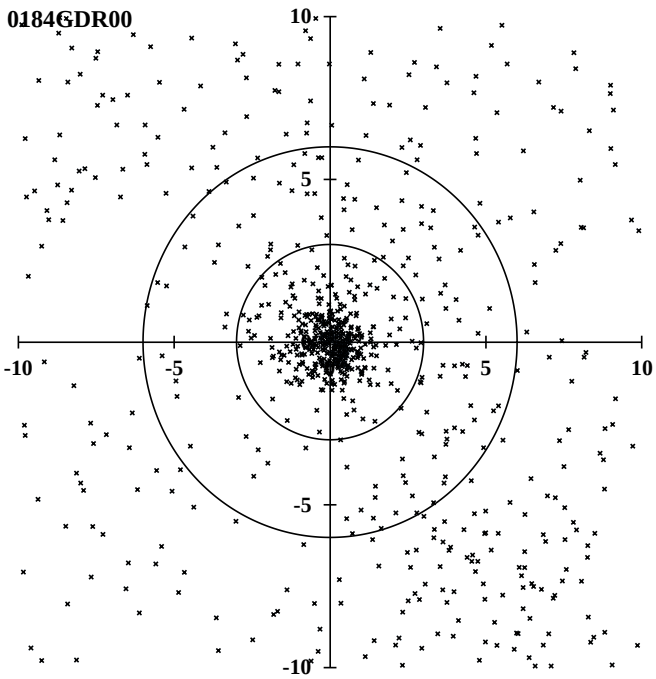
0372PPS_1: phi-Piscids　　$\lambda s = 117.5$, $\lambda - \lambda s = 280.5$, $\beta = 17.7$, $\alpha = 29.1$, $\delta = 30.8$, $V_g = 66.1$

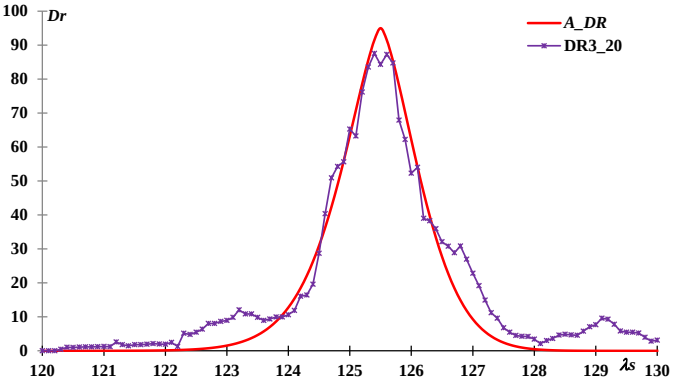




前回同様、PPS を 2 つの活動に分けている。「注意が必要な流星群」の中で述べているように、先に述べた PPS_0 とこの PPS_1 は $\lambda s = 115$ 付近で輻射点移動の経路が交差していると推定される。上の輻射点分布図は $\lambda s = 115$~125 の期間に対するものであり、半径 3 度の円の左上側が PPS_0 の末期活動にあたる。PPS_0 は右上方に、PPS_1 は右下方に移動する。

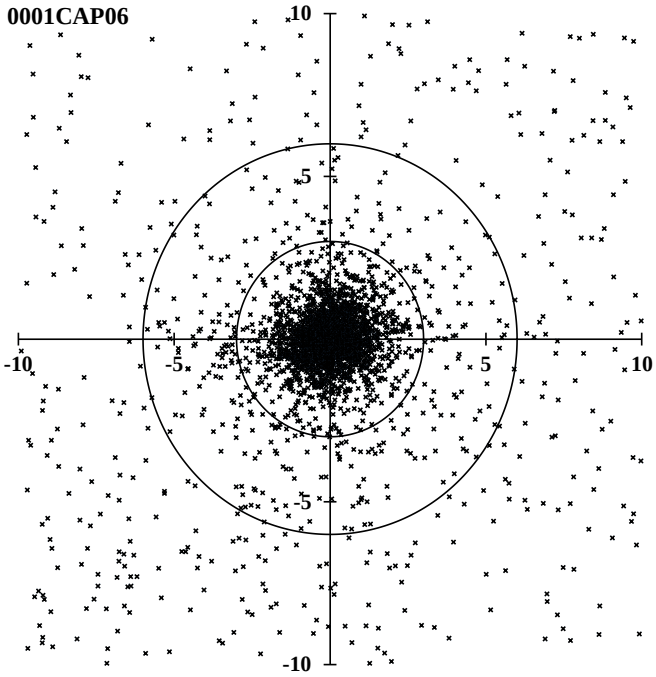
0184GDR: July gamma-Draconids　　λs = 125.5, λ-λs = 167.3, β = 73.4, α = 280.1, δ = 50.7, V_g = 27.6

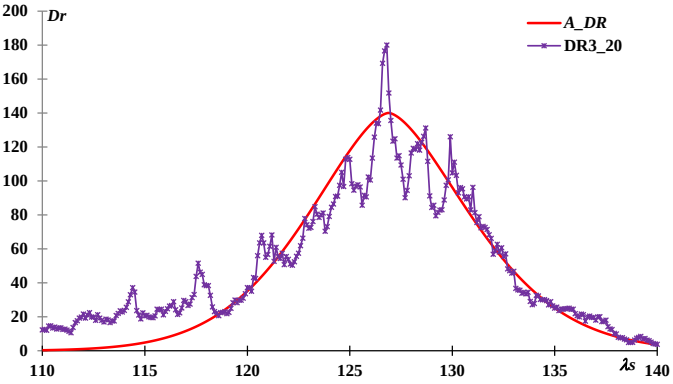




0184GDR00 は SonotaCo ネットの報告だが、Babadzhanov の 1950 年代の観測を初めとして、写真観測の時代から注目されていた。輻射点分布図で右下に伸びる輻射点は 0012KCG の初期活動であり、眼視観測では混同されていた。しかし、GDR の方は KCG よりもλs = 125 付近における地心速度が 10km/s 近くも速いので区別は可能である。

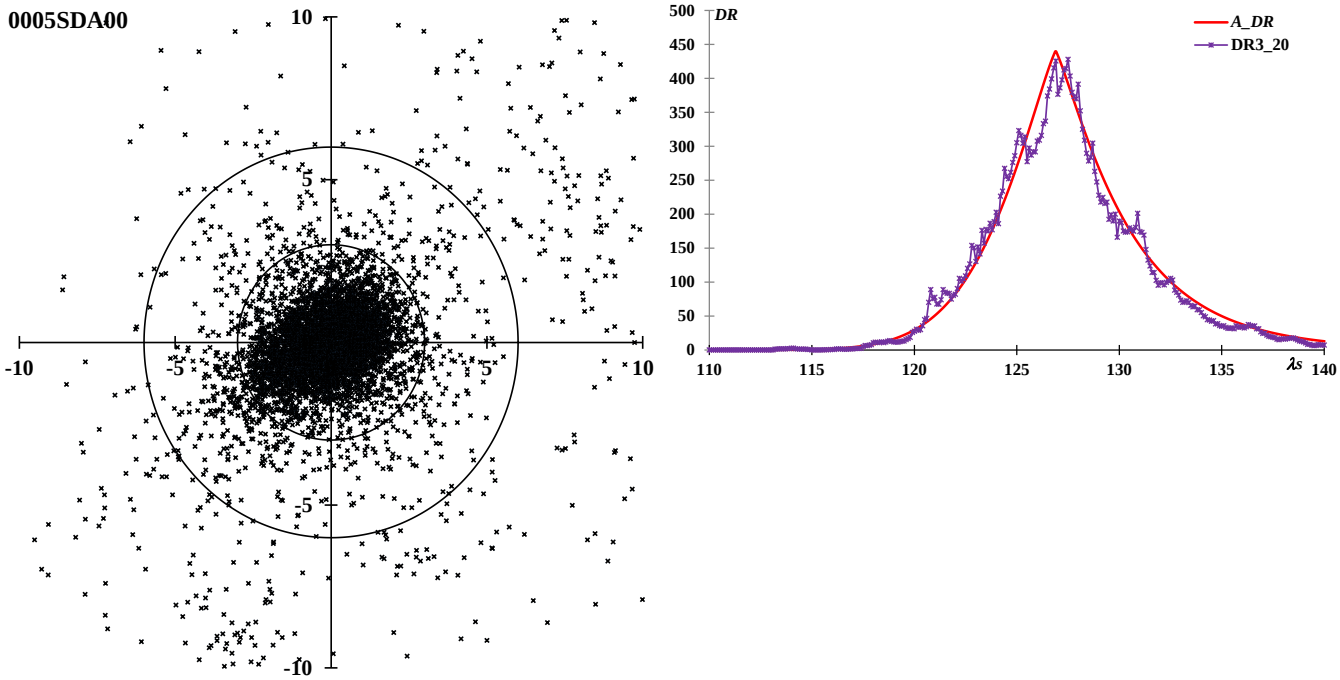
0001CAP: alpha-Capricornids　　λs = 126.9, λ-λs = 178.6, β = 9.9, α = 305.4, δ = -9.3, V_g = 22.1





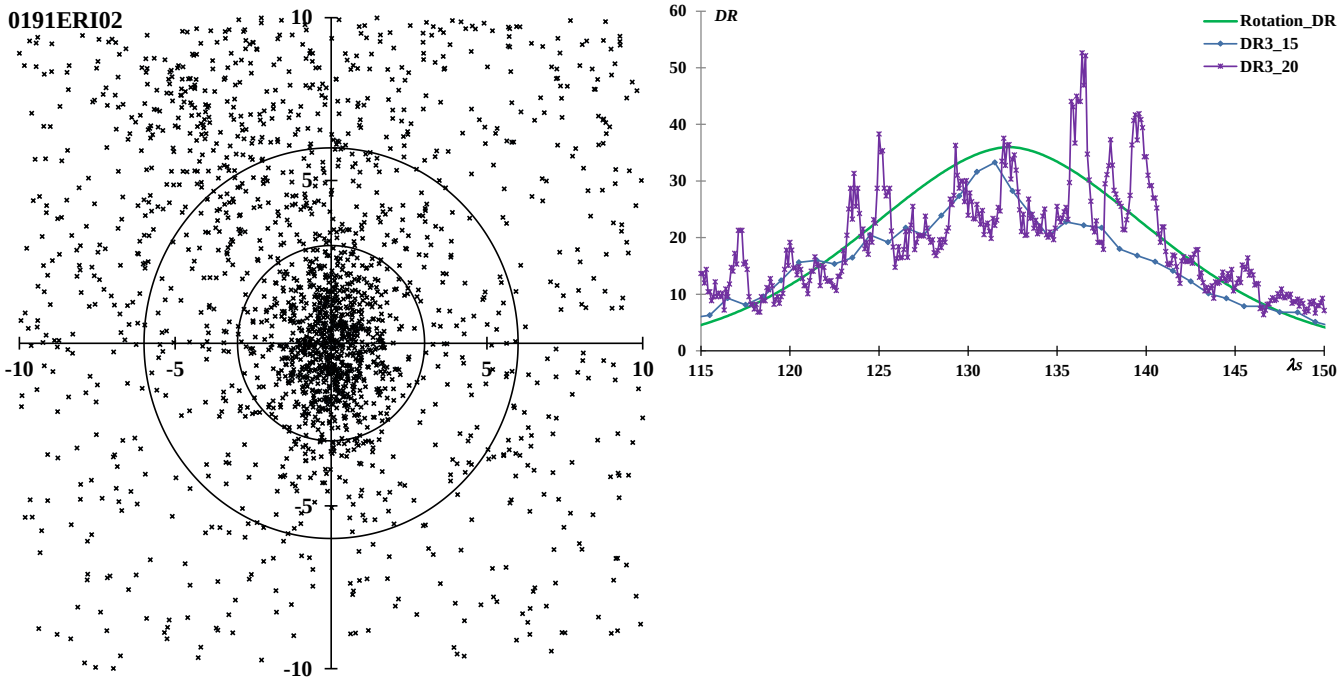
古くから知られていた流星群である。黄道型群としては輻射点分布の集中度が高く、活動曲線も明瞭である。0692EQA00 は CAP の末期活動の一部とみられる。

0005SDA: Southern delta-Aquariids　　λs = 126.9, λ-λs = 208.4, β = -7.4, α = 340.0, δ = -16.4, V_g = 40.4



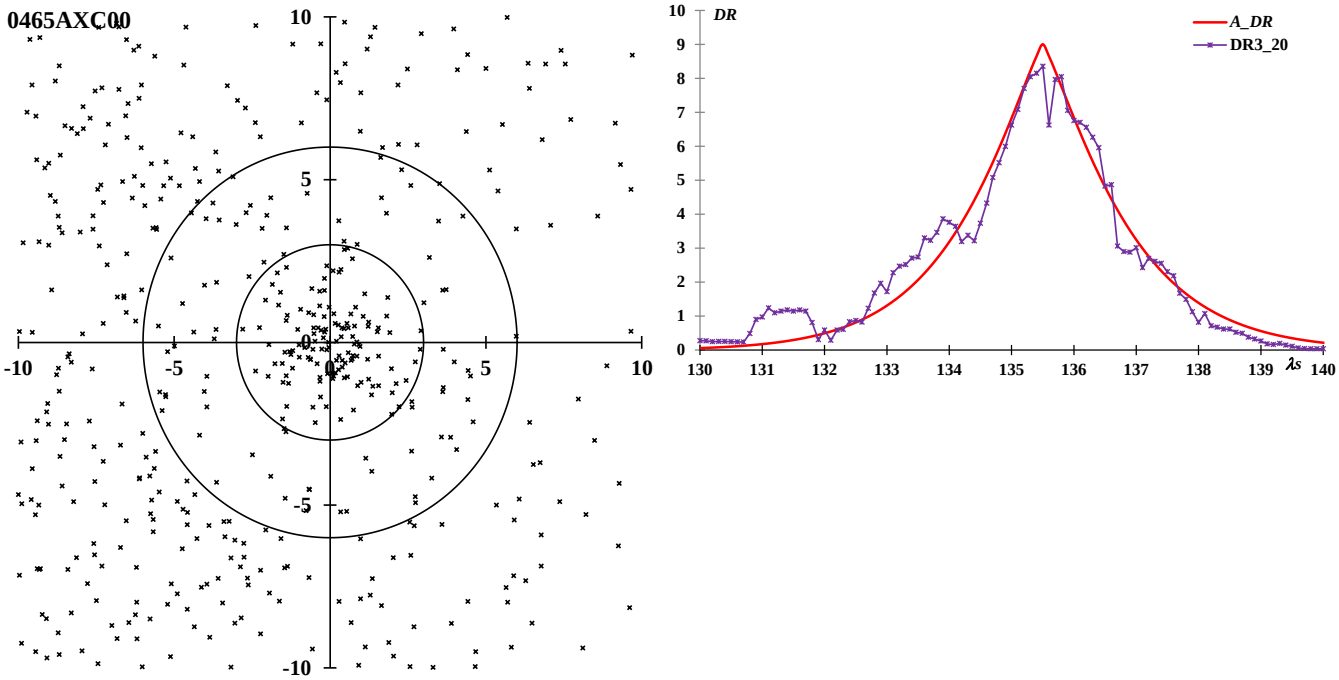
これも古くから知られている流星群である。CAP に比べると輻射点は拡散しており、特に活動の後半では楕円形に伸びた形を示す。0003SIA01、0640AOA00 は SDA の一部と考えられる。活動曲線は、前回の SonotaCo ネットによるデータでは梅雨による観測量の減少を補正しきれておらず極大前の増加が急激であったが、GMN のデータからはほぼ対称であることが分かる。

0191ERI: eta-Eridanids　　λs = 132.3, λ-λs = 260.0, β = -27.4, α = 39.5, δ = -13.5, V_g = 64.2



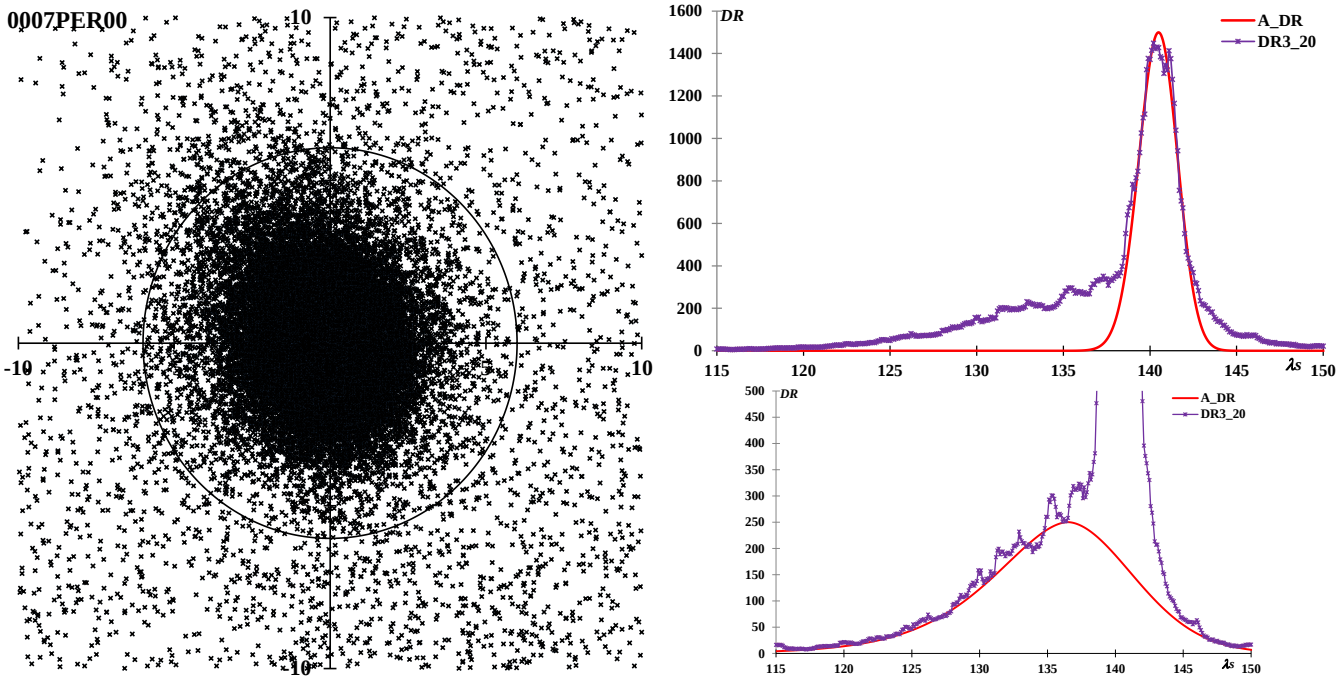
この活動は大塚さんたちが眼視、写真等を複合して検出したものである。いわゆる「オリオン群の尻尾」の末端にあたるように見え、Jenniskens はその一員だと IAUMDCSD で注を付けている。輻射点分布が上下に伸びているが、これはほぼ「オリオン群の尻尾」の向きと一致する。前回は極大をλs = 137.5 としており今回の推定とは 5 度ほど違っている。得られている流星数が多いにもかかわらず、活動曲線は凹凸が多く、上のグラフでもλs = 135~140 の間に極大があるようにもみえる。

0465AXC: August xi-Cassiopeiids　　$\lambda s = 135.5$, $\lambda - \lambda s = 252.1$, $\beta = 42.6$, $\alpha = 3.8$, $\delta = 49.1$, $V_g = 55.5$



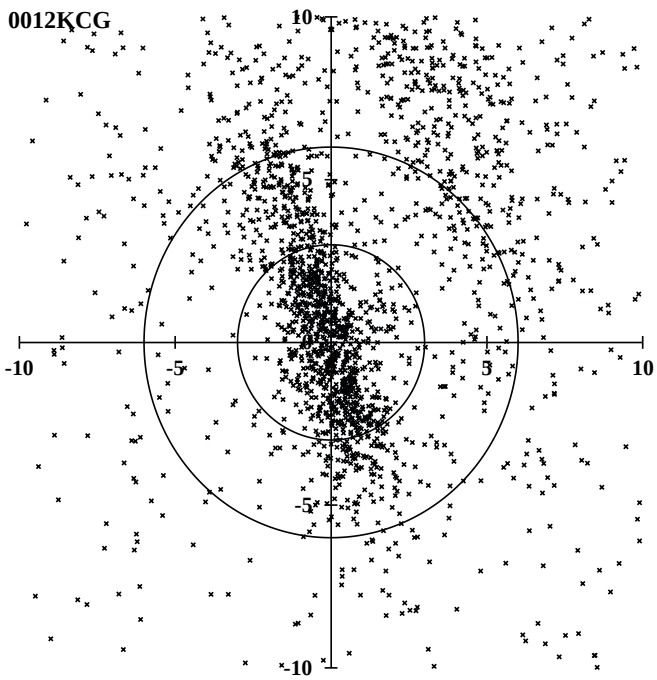
SonotaCo ネットと CAMS のデータを合わせて検出された流星群である。しかし、SonotaCo ネットの J14 リストにはなく、前回も取り上げていない。ERI の数分の一程度の流星数しか得られていないが、活動曲線は明瞭である。

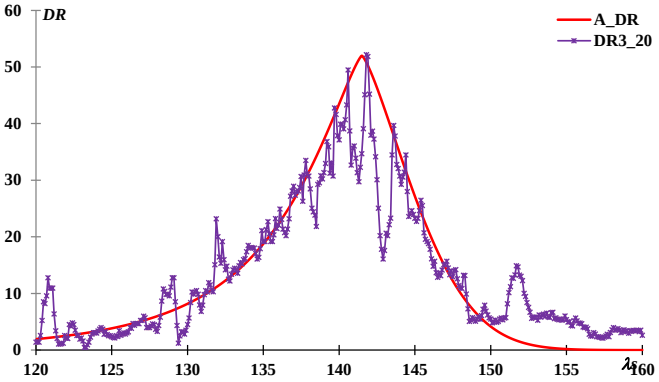
0007PER: Perseids $\lambda s = 140.5$, $\lambda - \lambda s = 283.4$, $\beta = 38.3$, $\alpha = 49.2$, $\delta = 58.1$, $V_g = 58.8$



($\lambda - \lambda s$, β)の座標で表すと、ペルセウス群の輻射点はほぼ静止しているが、楕円形で上側に向けて彗星の尾のように広がりがある。また、極大後に輻射点は急速にぼやけていく。活動曲線は以前から知られているように台座と塔の二重構造を持っている。上の活動曲線で台座部分にあたる$\lambda s < 130$ では輻射点移動の様子も変化しているらしい。活動開始は SonotaCo ネットの J14 リストも GMN も$\lambda s = 115$ 近くにしており、ZCS との判別に配慮している。活動終了は J14 が$\lambda s = 156.36$ としているのに対して、GMN は$\lambda s = 140.7$ としているが実際には$\lambda s > 165$ のものに対しても PER として判定している。

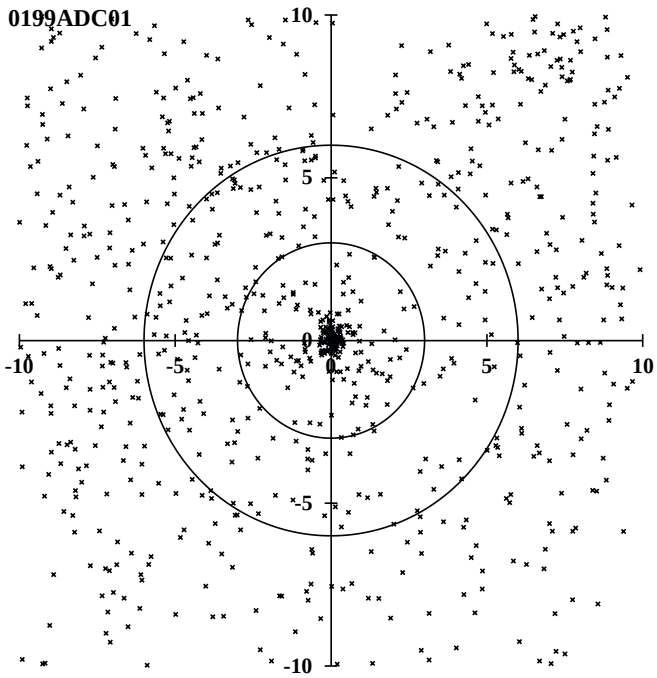
0012KCG: kappa-Cygnids　$\lambda s = 141.5$, $\lambda - \lambda s = 162.9$, $\beta = 71.1$, $\alpha = 286.4$, $\delta = 49.6$, $V_g = 22.4$

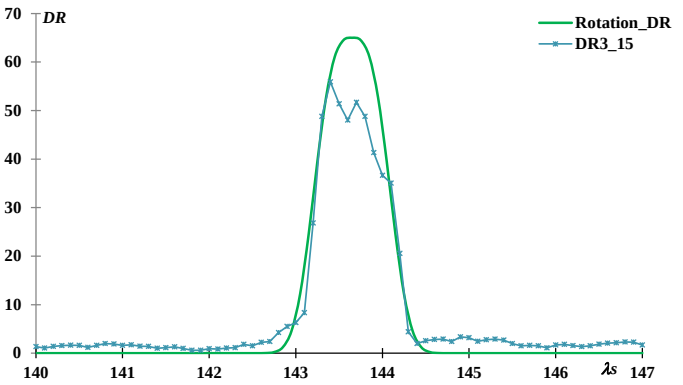




Whipple による写真観測で注目されるようになった流星群である。輻射点分布図で右上に見られるものが平年に KCG として扱われることがある活動で区別する必要がある。活動には 7 年の周期があり、GMN の観測は 2019 年に開始されたが、運よく 2021 年の出現を捉えることができた。上の活動曲線はほぼ 2021 年の活動である。SonotaCo ネットの J14 リストが活動期間を$\lambda s = 136.55$~150.34 としているのに対して、GMN は$\lambda s = 93.1$ ~ 167.1 と非常に長く設定している。詳しくは「注意が必要な流星群」を参照されたい。

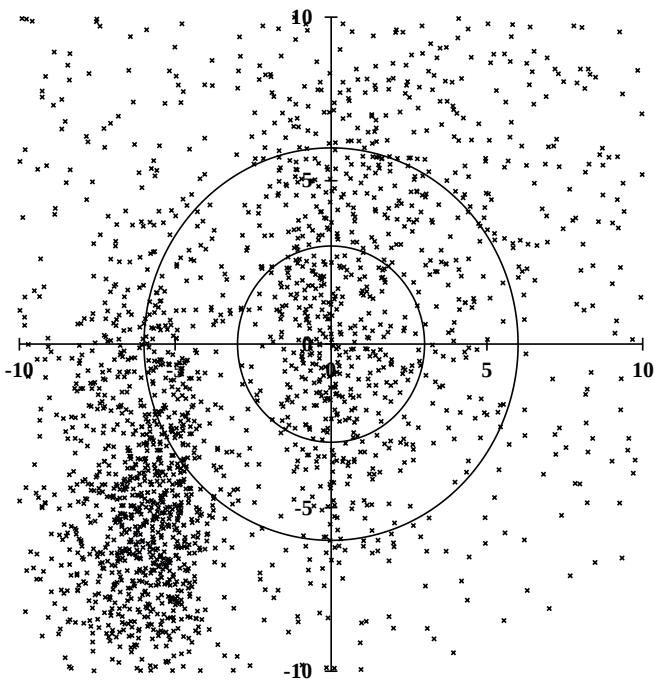
0199ADC: August delta-Capricornids　$\lambda s = 143.65$, $\lambda - \lambda s = 180.1$, $\beta = 2.2$, $\alpha = 325.3$, $\delta = -11.5$, $V_g = 23.8$

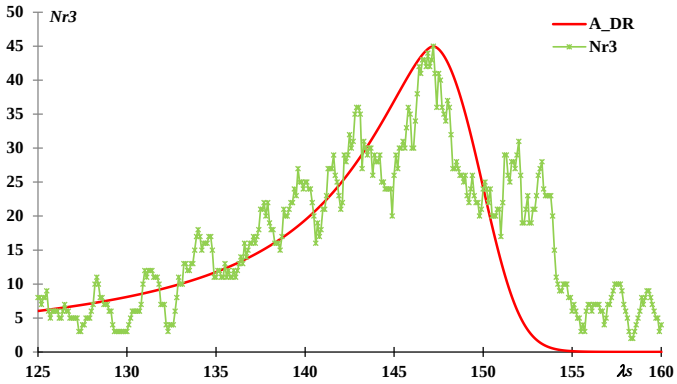




0190ADC00 は-3 等よりも明るい写真流星から求められた活動である。ADC の輻射点は上の輻射点分布図の中心から右下 5 度で、$\lambda s = 147.70$ とされている。上の活動曲線は極めて鋭く、本稿で捉えた活動が ADC とは異なるものであることを示唆している。SonotaCo ネットの J14 リストにも GMN にも載っていない。GMN で捉えられた流星のほとんどは 2022 年のものであり、偶然、0190ADC00 の近くに突発出現した活動と考えられる。ADC01 はこの活動を CAMS が捉えた報告であり、SonotaCo ネットでも検出されたことを関口さんが発表されている。ADC とせずに、別の番号と名称を与えるべきだろう。

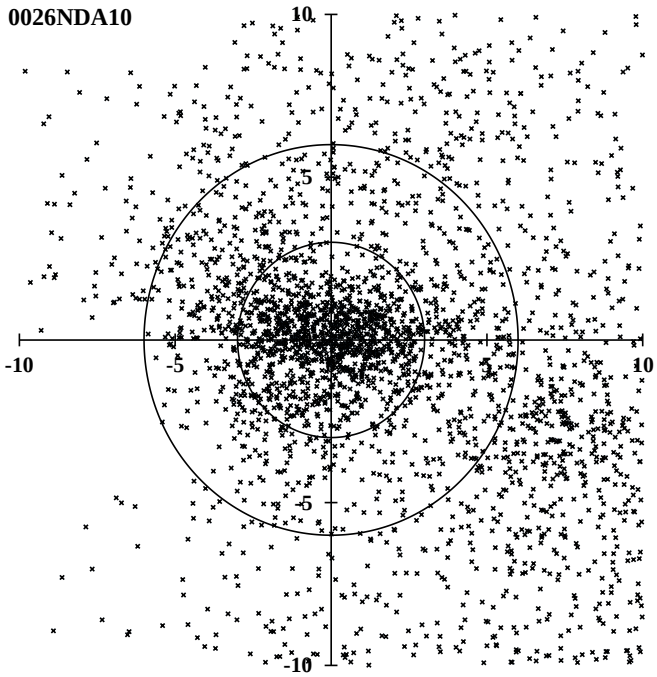
AXD: August xi-Draconids　$\lambda s = 147.2$, $\lambda - \lambda s = 140.6$, $\beta = 82.8$, $\alpha = 274.3$, $\delta = 59.7$, $V_g = 21.8$

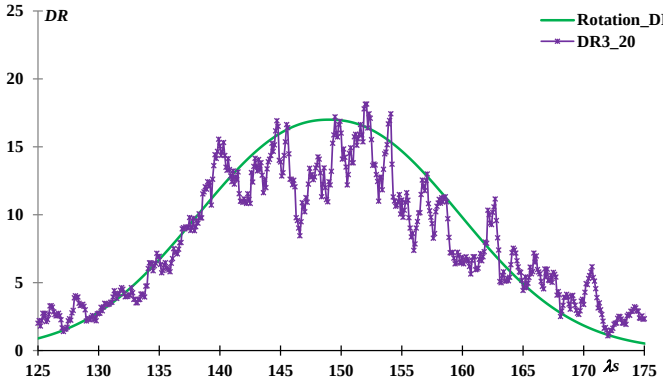




本稿で仮称 AXD(August xi Draconids)としている活動で、輻射点分布の左下の活動が KCG である。明らかに区別できる活動だが、「注意が必要な流星群」で詳しく述べているように、IAUMDCSD は混乱している。活動曲線の推定にみられるように$\lambda s > 150$ では急速に活動は終息すると考えられ、それ以降に見られる活動とは区別されるべきであろう。

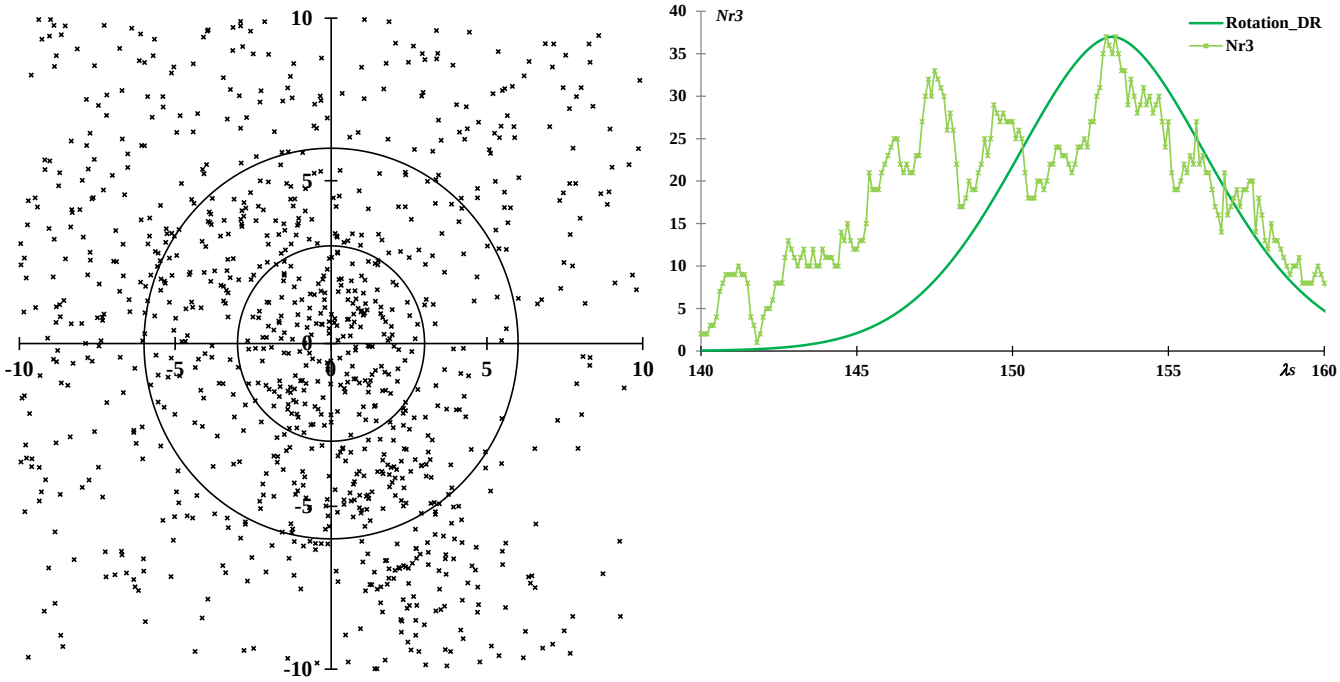
0026NDA: Northern delta-Aquariids　$\lambda s = 149$, $\lambda - \lambda s = 206.8$, $\beta = 7.0$, $\alpha = 353.4$, $\delta = 4.8$, $V_g = 37.9$





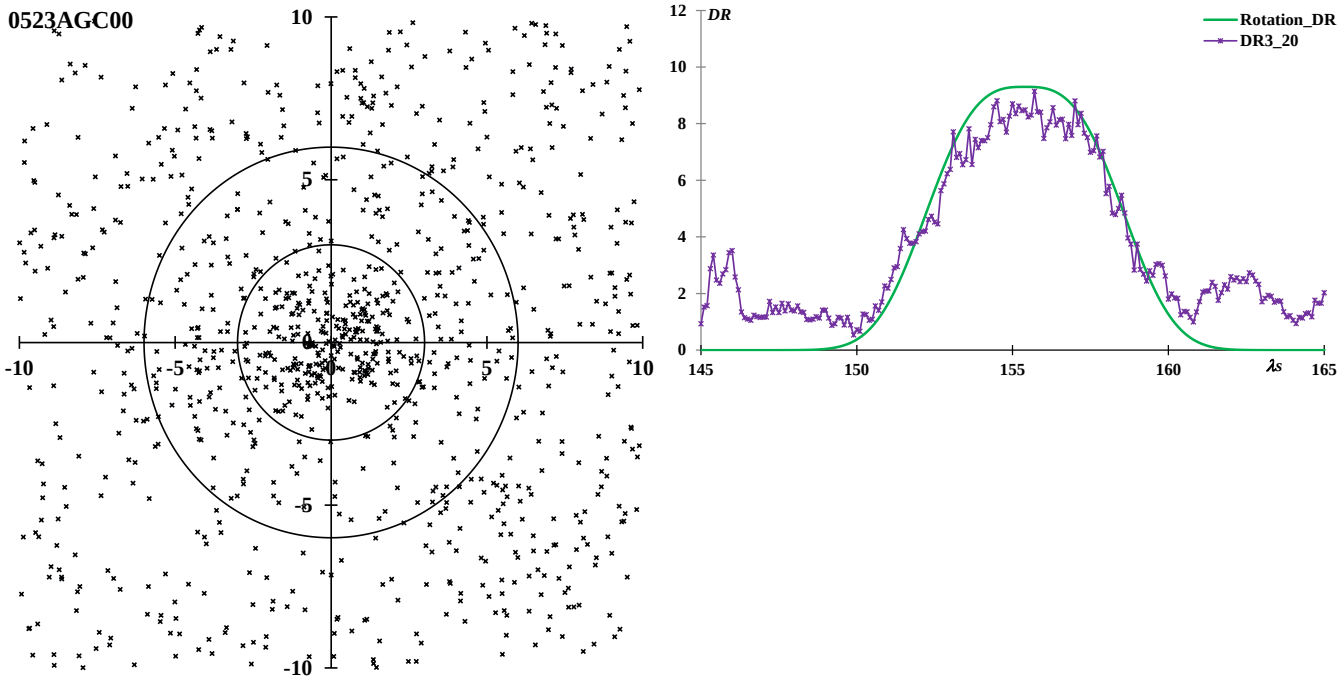
NDA の Remarks には NDA10 を除いて” Member of 297/DAQ”という注釈がついているが、DAQ のデータは空で s = 2 つまり不良データとされている。NDA04（SonotaCo ネットの観測）には” the name is 342/BPI August beta-Piscids”、NDA06 と NDA07 には”Previously considered as 508/TPI”と書かれている。この項の活動に対して NDA という呼称が初めて使われるようになったかを決めることは難しい。NDA は 0005SDA に対応するものとして$\lambda s = 130$ 前後の活動に対して用いられていたものが、次第に活動の時期の遅いものに対して NDA と呼称するようになったのである。NDA よりは BPI がふさわしい名称であろう。この活動を GMN では NDA だが、SonotaCo ネットの J14 では BPI としている。

ZDR: zeta-Draconids　　$\lambda s = 153.2$, $\lambda - \lambda s = 52.7$, $\beta = 84.6$, $\alpha = 258.9$, $\delta = 63.8$, $V_g = 21.9$



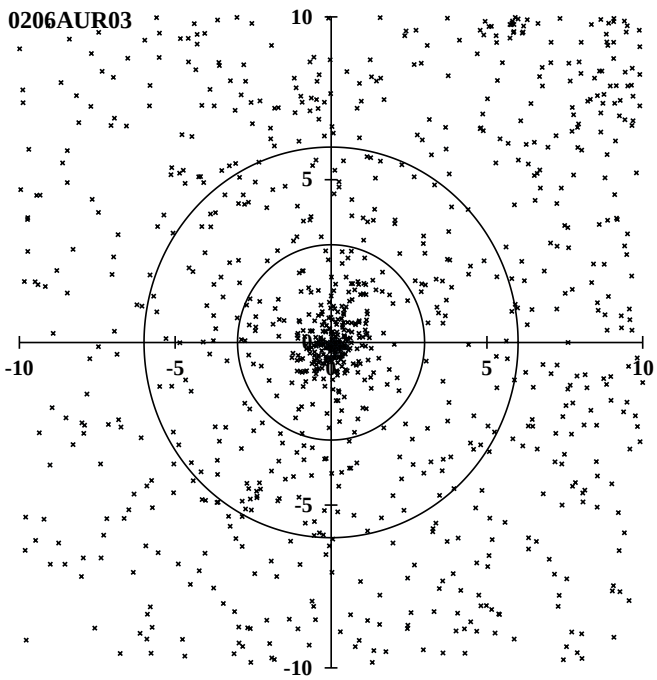
最近では AXD にこの活動を合わせて AUD とすることが GMN も含めて見られるようになった。前回は IAUMDC に倣って AUD としていたが、今回はこの活動を本来ふさわしい ZDR と呼ぶことにする。IAUMDC の ZDR との関係等、詳しくは「注意が必要な流星群」を参照されたい。活動曲線では、$\lambda s = 145$ 付近で AXD の経路と交差するために副次的に見せかけの極大を生じている。

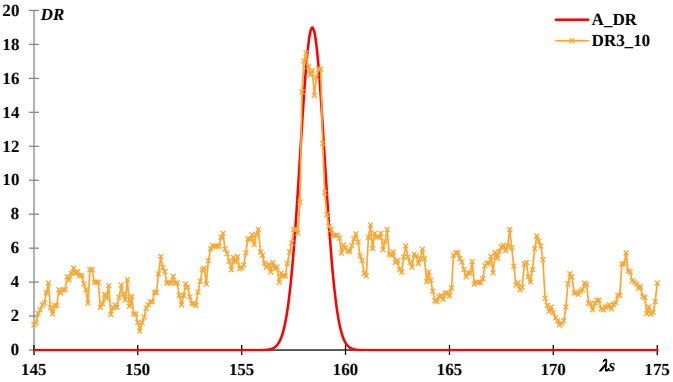
0523AGC: August gamma-Cepheids　　$\lambda s = 155.4$, $\lambda - \lambda s = 263.2$, $\beta = 63.6$, $\alpha = 358.0$, $\delta = 76.6$, $V_g = 43.9$



これもクロアチアと SonotaCo ネットの観測を合わせて検出された流星群である。毎年、安定した出現をしているようで、SonotaCo ネットの J14 リストと GMN の数値もよく一致している。ほぼ近日点で地球軌道に垂直に近い角度で交差する長周期彗星型の軌道をもつ。近日点の方向が黄道面に沿って移動する形で、比較的活動期間が長い。

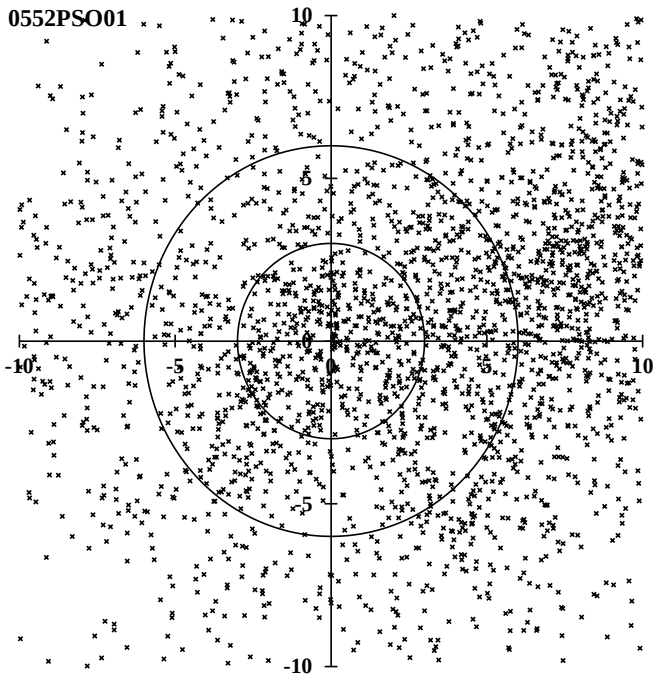
0206AUR: Aurigids　　$\lambda s = 158.4$, $\lambda - \lambda s = 292.6$, $\beta = 15.8$, $\alpha = 91.2$, $\delta = 39.2$, $V_g = 65.5$

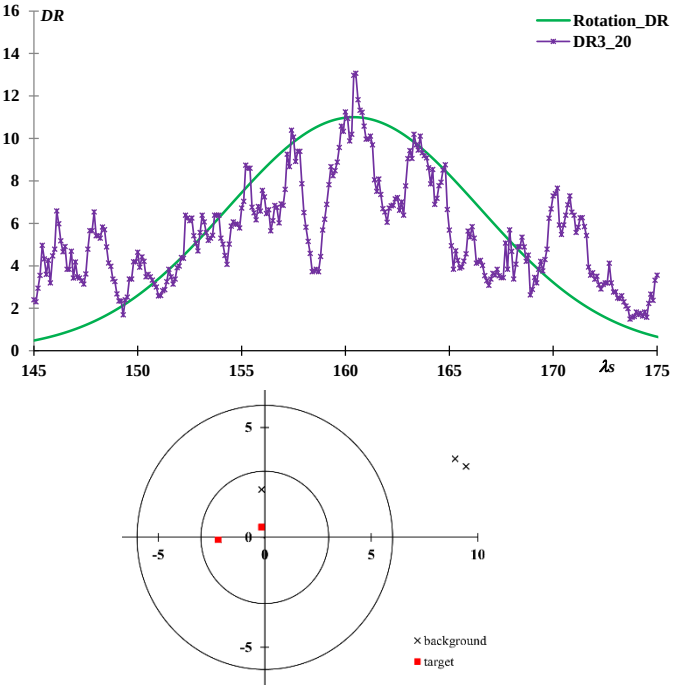




1935 年に Hoffmeister が突発出現を捉えて以降、突発出現が数回見られているが、現在では毎年の出現が確認されている。活動曲線に見られるように鋭い極大の前後に弱い活動が存在しているようにもみえる。しかし、輻射点分布図に見られるように周囲の散在流星が多く、活動期間は限定的に捉える方が良いだろう。

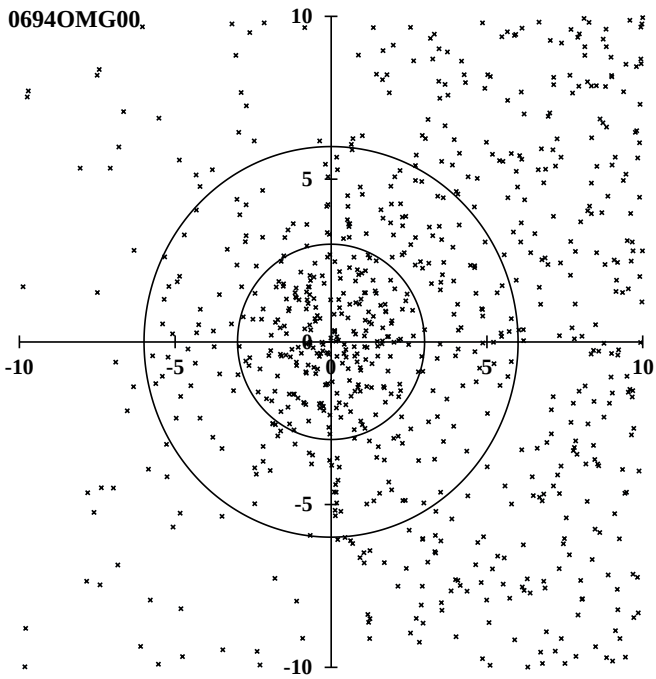
0552PSO: pi6-Orionids　　$\lambda s = 160.4$, $\lambda - \lambda s = 267.4$, $\beta = -24.3$, $\alpha = 69.8$, $\delta = -2.4$, $V_g = 65.5$

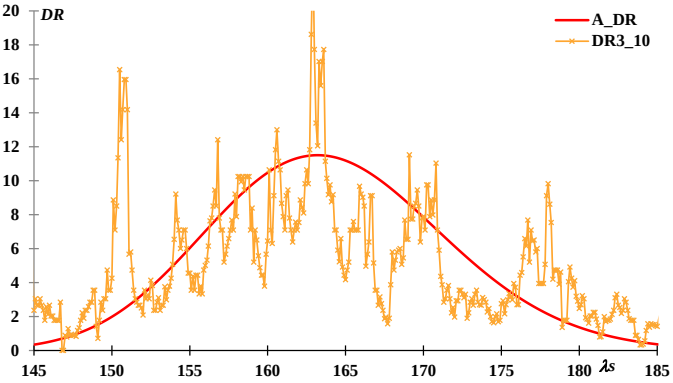




これもクロアチアと SonotaCo ネットの観測を合わせて検出された流星群である。活動曲線の下に輻射点分布図に対応する IAUMDCSD の流星群を示した。クロアチアのグループはこの PSO と同時に 0337NUE を報告しているが、一番右側の×がそれを示している。他の 2 つの×も IAUMDCSD では NUE とされている。Jenniskens は左側の■を PSO として、「オリオン群の尻尾」の一部とみなしている。この領域で流星群と散在流星或いは「オリオン群の尻尾」とを見分けることはかなり困難である。

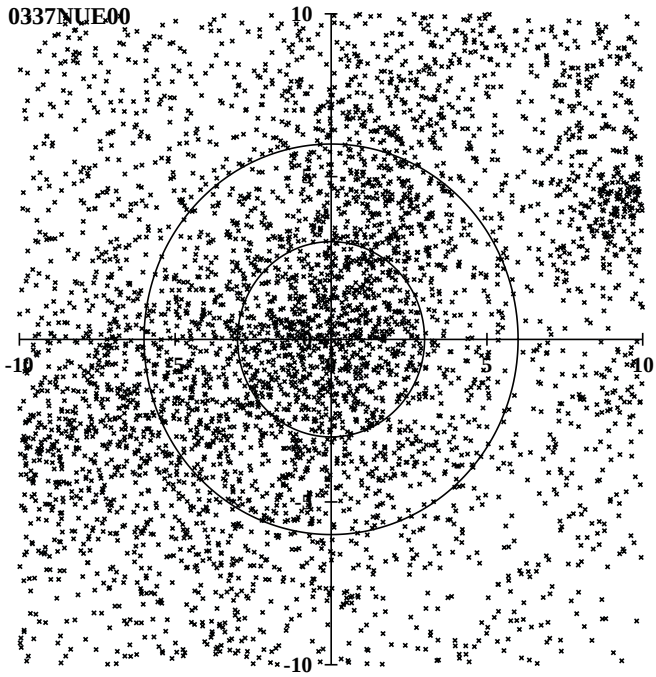
0694OMG: omicron-Geminids　　$\lambda s = 163.2$, $\lambda - \lambda s = 307.1$, $\beta = 17.1$, $\alpha = 115.2$, $\delta = 38.8$, $V_g = 58.1$

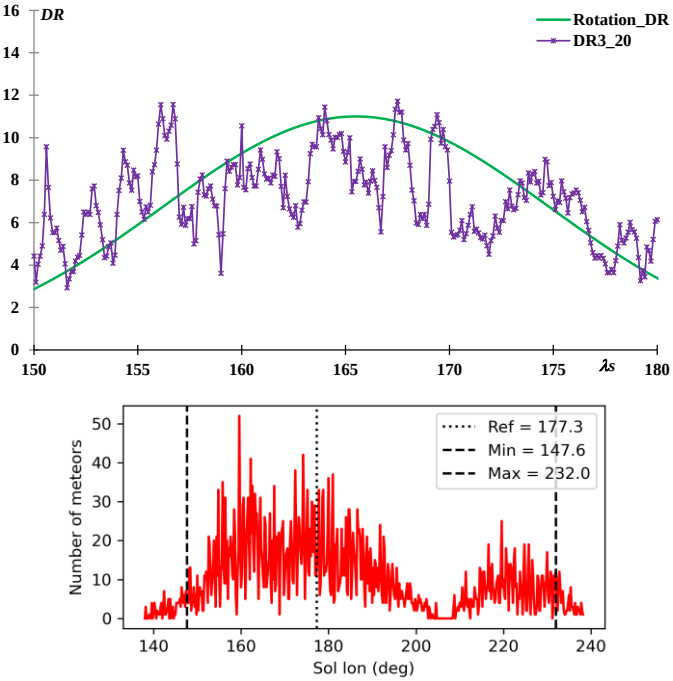




CAMS の第一報で登場するが、その後の確認観測はない。0695APA00 の位置($\lambda s = 146$, $\lambda - \lambda s = 308.39$, $\beta = 18.75$)は、OMG の輻射点移動から推測される位置($\lambda s = 146$, $\lambda - \lambda s = 310.4$, $\beta = 18.6$)に極めて近い。同一の活動の可能性がある。輻射点分布図で右側が Apex 領域になり、OMG はその東端に位置する。

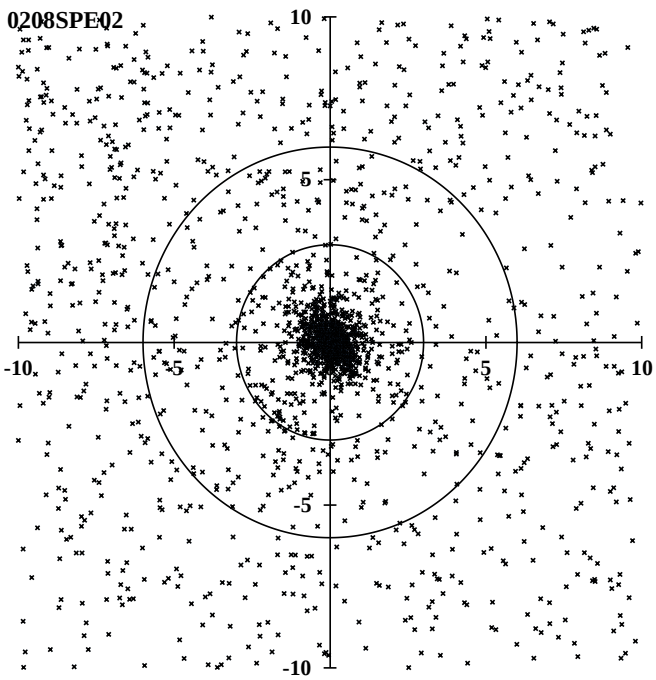
0337NUE: nu-Eridanids　　$\lambda s = 165.5$, $\lambda - \lambda s = 259.1$, $\beta = -21.3$, $\alpha = 66.4$, $\delta = 0.1$, $V_g = 65.4$

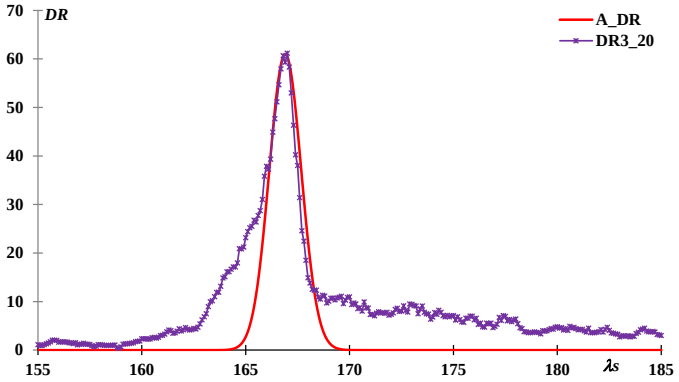




NUE の最初の検出は SonotaCo ネットによるものである。「オリオン群の尻尾」の活動の中で、0191ERI に次いで活発な領域であるが、輻射点分布に見るように拡散している。左側に伸びる＜尻尾の分岐＞のようなものが 0552PSO で、右端のやや輻射点が集中しているところが、「注意が必要な流星群」で触れている 0583TTA00 と 1142SNT00 の活動である。輻射点移動を考慮しても、活動曲線は不明瞭である。活動期間は SonotaCo ネットの J14 リストが $\lambda s = 160.50$~171.46 と限定的なのに対して、GMN は $\lambda s = 147.6$~232 としている。GMN が掲載している観測流星数のグラフを活動曲線の下に示すが、明らかに複数の活動を含んでいるとみられる。

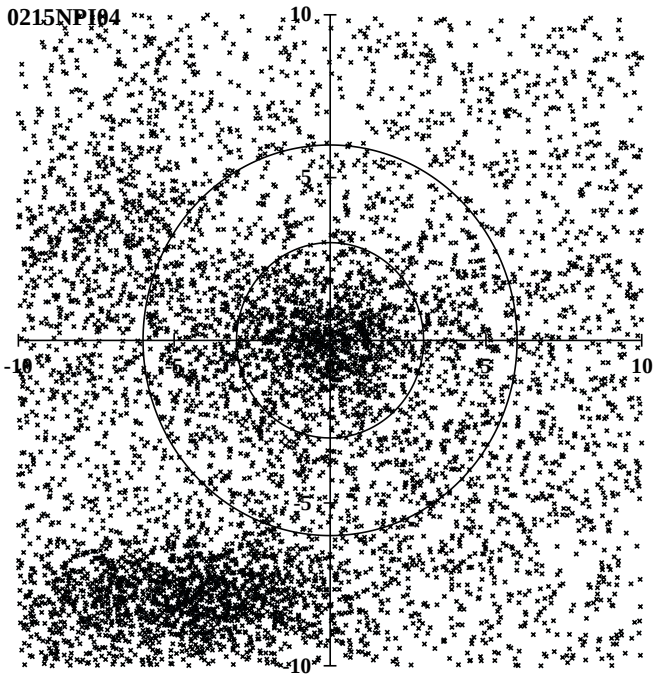
0208SPE: September epsilon-Perseids　$\lambda s = 166.9$, $\lambda - \lambda s = 249.1$, $\beta = 21.1$, $\alpha = 47.4$, $\delta = 39.6$, $V_g = 64.0$

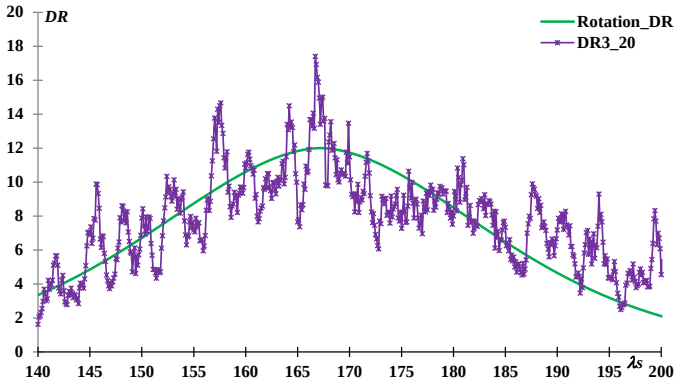




９月のペルセウス群という存在は眼視観測の時代から知られていたが、写真観測や電波観測が行われるようになってもすっきりした結論は出なかった。Jenniskens は大著の中で SPE という名称を与えたが、データはまとまりがなく明解な結論を与えるものではなかった。決定打となったのが SPE00 となった SonotaCo ネットの報告である。この最初の報告では”September-Perseids”となっていたが、Jenniskens によって SPE に統合された。現在、SPE はビデオ観測では目立つ流星群の一つとなっている。

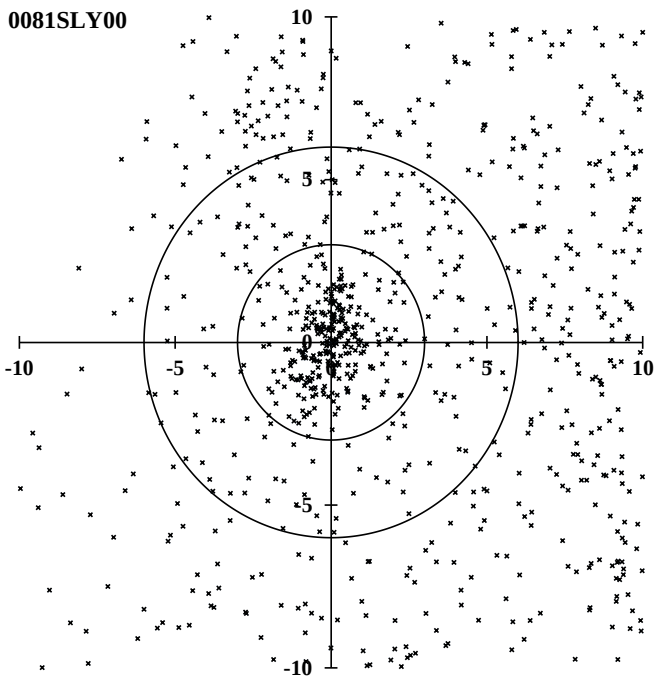
0215NPI: Northern delta-Piscids　　$\lambda s = 167.2$, $\lambda - \lambda s = 196.7$, $\beta = 3.8$, $\alpha = 2.1$, $\delta = 5.1$, $V_g = 28.7$

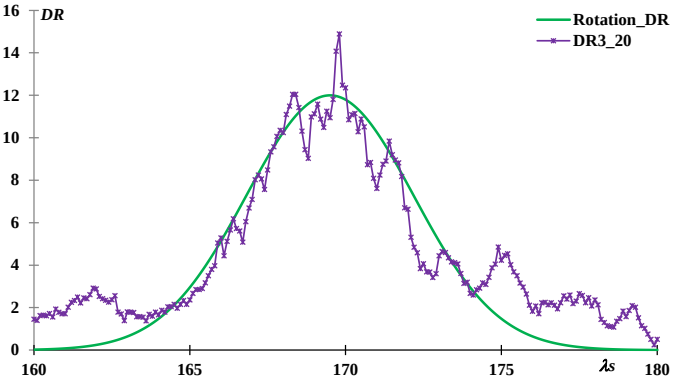




0033NIA と 0215NPI を統合して NPI としているが、前回はこの活動を NIA としている。詳しくは「注意が必要な流星群」（７．0033NIA と 0215NPI）を参照されたい。SonotaCo ネットの J14 リストも GMN も NIA と NPI の活動を区別し、NPI としての活動は上の活動曲線の後半部、特に J14 リストでは極めて限定的に活動はλs = 181.79~184.37 とされている。輻射点分布図の左下の活動を SPI と呼ぶことがあるが、これはほぼ STA の初期活動と考えてよいものである。余談だが、NIA について IAUMDCSD では”Member of 298/IAQ complex”という空のデータを参照するように書かれているが、これは古い版の名残である。

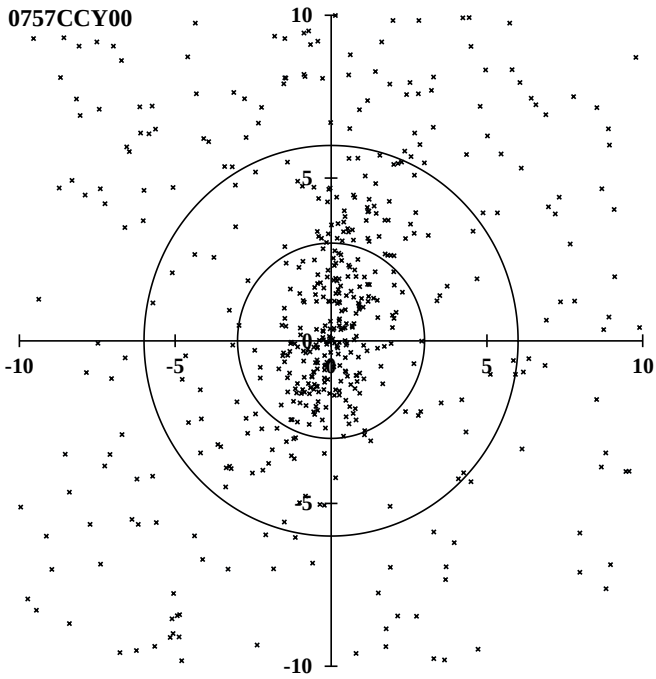
0081SLY_0: September Lyncids　　$\lambda s = 169.5$, $\lambda - \lambda s = 294.9$, $\beta = 33.5$, $\alpha = 111.7$, $\delta = 55.8$, $V_g = 58.7$

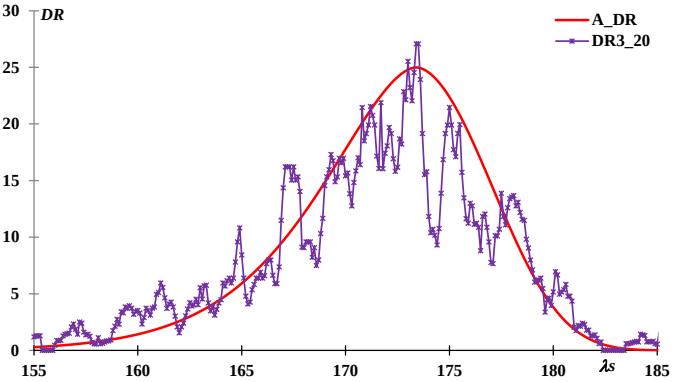




詳しくは「注意が必要な流星群」で述べたが、IAUMDC には 2 つの異なる活動が SLY として登録されている。0705UYL00 はこの SLY_0 のことである。SonotaCo ネットの J14 リストでは、この活動を UYL としている。

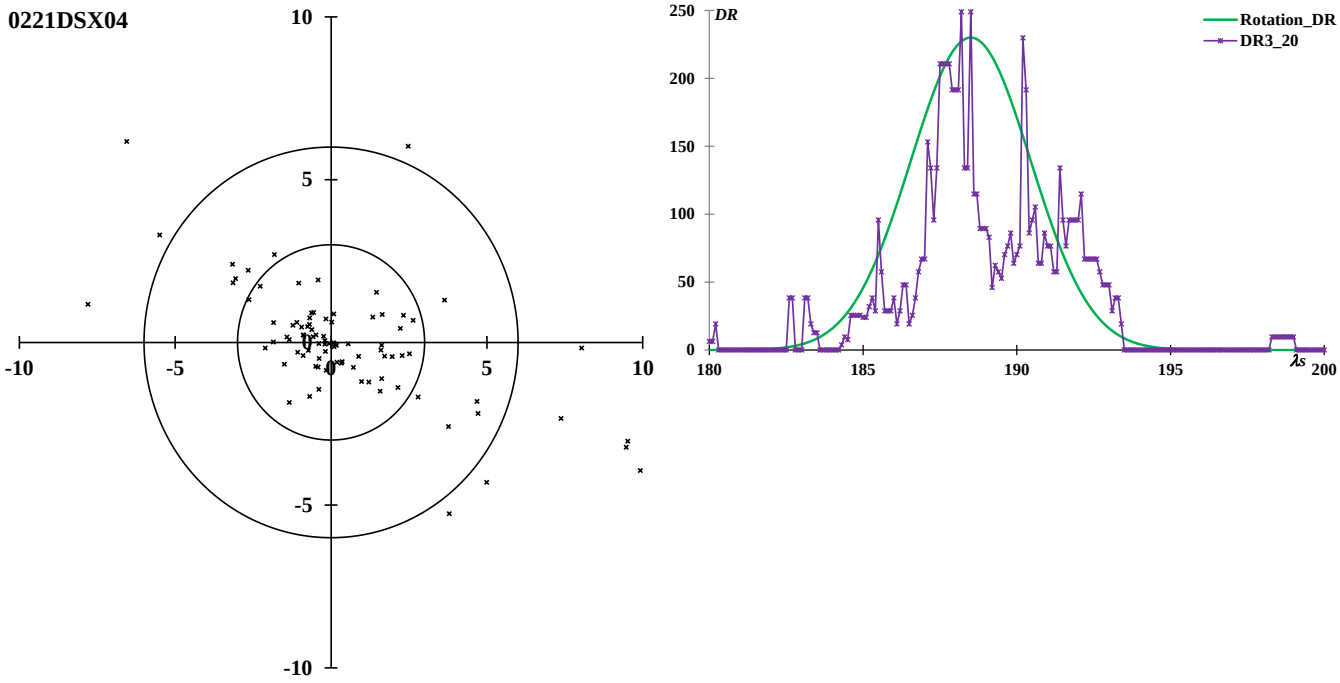
0757CCY: chi-Cygnids　　$\lambda s = 173.4$, $\lambda - \lambda s = 140.1$, $\beta = 52.6$, $\alpha = 300.2$, $\delta = 33.6$, $V_g = 14.7$





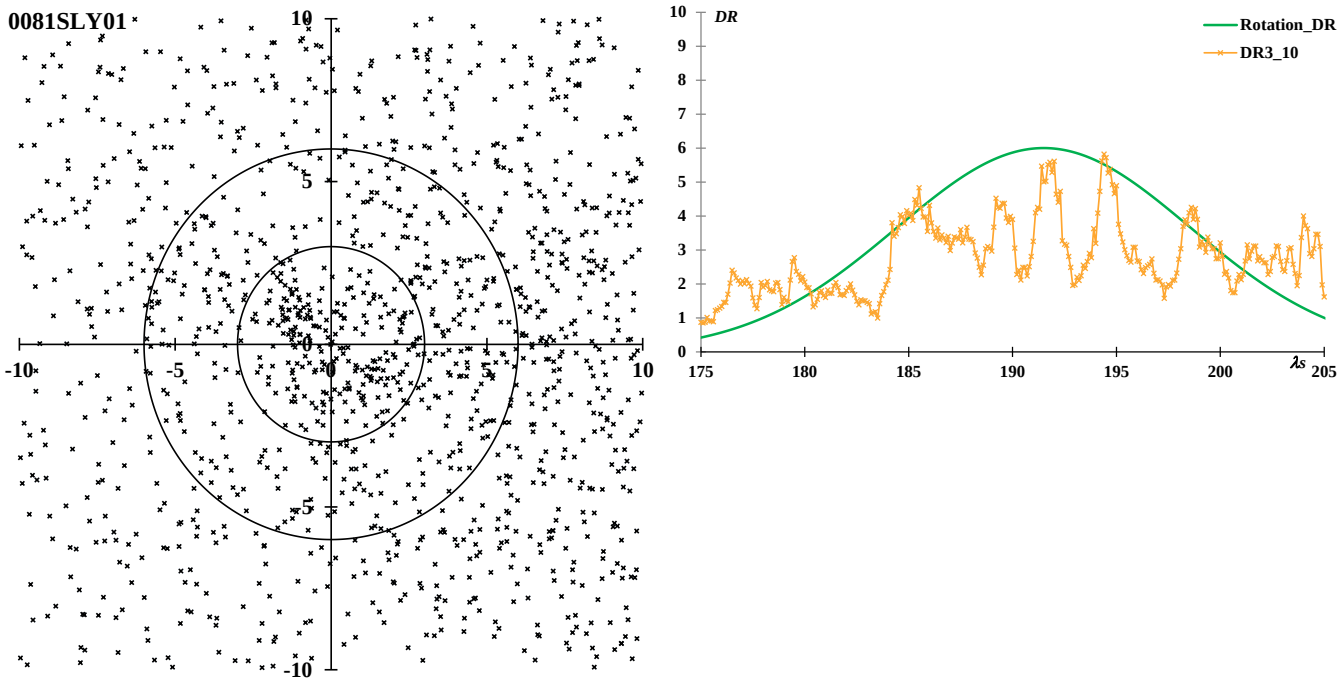
2015 年に突発出現が CAMS とヨーロッパの観測者によって捉えられた。ただちに司馬さんが 5 年の活動周期を指摘され、筆者も SonotaCo ネット、CAMS、EDMOND、GMN のデータで確認している。上の輻射点分布と活動曲線は GMN の 2020 年の観測によるものである。次の出現は 2025 年となる。出現のたびに活動が活発化している傾向が見られるが、確認が求められる。当然、前回は取り上げておらず、SonotaCo ネットの J14 リストにもない。

0221DSX: Daytime Sextantids　　λs = 188.5, λ-λs = 330.6, β = -11.5, α = 156.5, δ = -2.5, V_g = 32.3



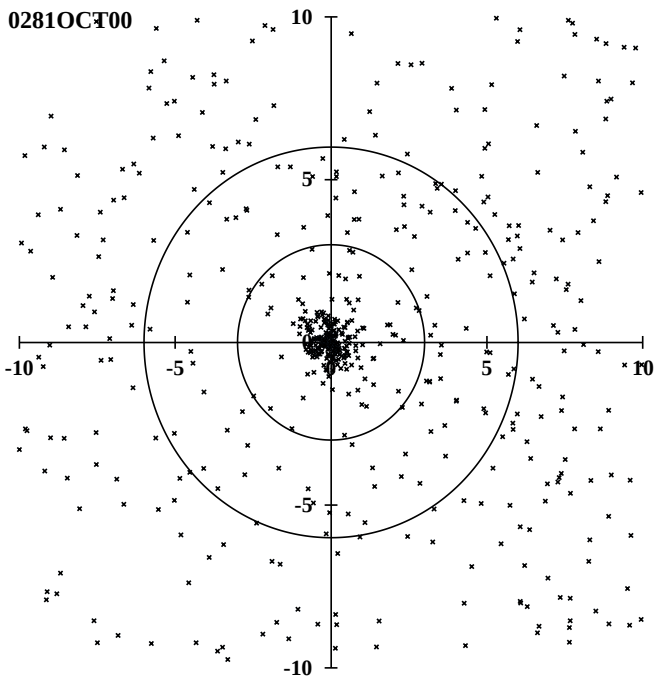
IAUMDCSD で 0221DSX00 に”Galligan and Baggaley, 2002”が用いられているが、これはアデライデ（オーストラリア風の発音）で 1961 年に行われた電波観測によって初検出をした Nilsson を掲げるべきだろう。ふたご群と双子の関係にあるであろうとされる。ビデオ観測の発達により光学観測の対象になった。

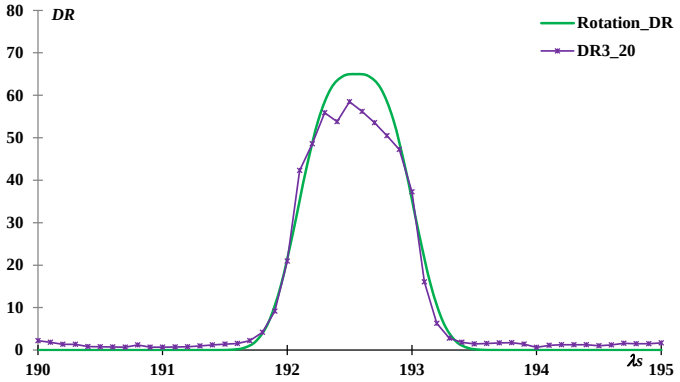
0081SLY_1: September Lyncids　　λs = 191.5, λ-λs = 277.5, β = 23.9, α = 115.2, δ = 45.7, V_g = 66.3



詳しくは「注意が必要な流星群」で述べたが、0424SOL00 はこの活動である。散在流星の偶然の集合ともみられるが、Lindblad のリストで”Lyncids”とされているものは SLY_1 に相当する。SonotaCo ネットの J14 リストで SLY01 は取り上げられていない。また、GMN では SLY_1 を SOL として扱っている。

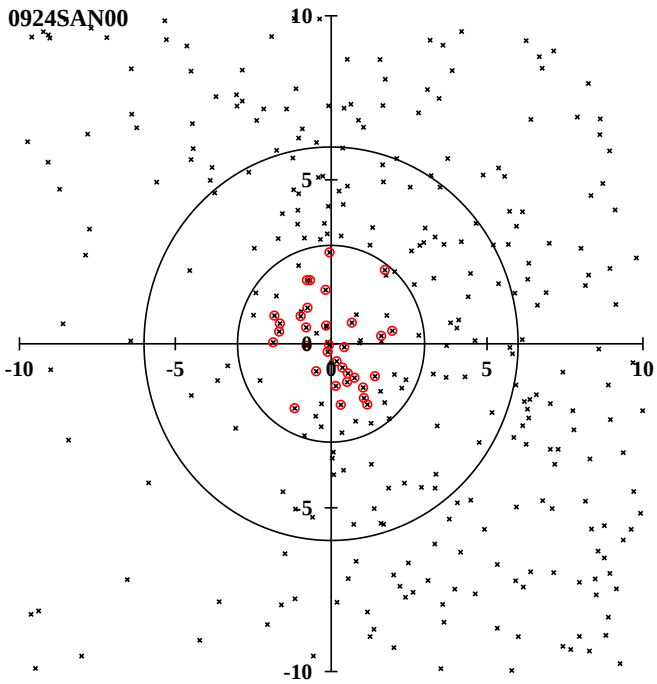
0281OCT: October Camelopardalids　$\lambda s = 192.55$, $\lambda - \lambda s = 281.6$, $\beta = 62.0$, $\alpha = 167.6$, $\delta = 78.6$, $V_g = 45.8$

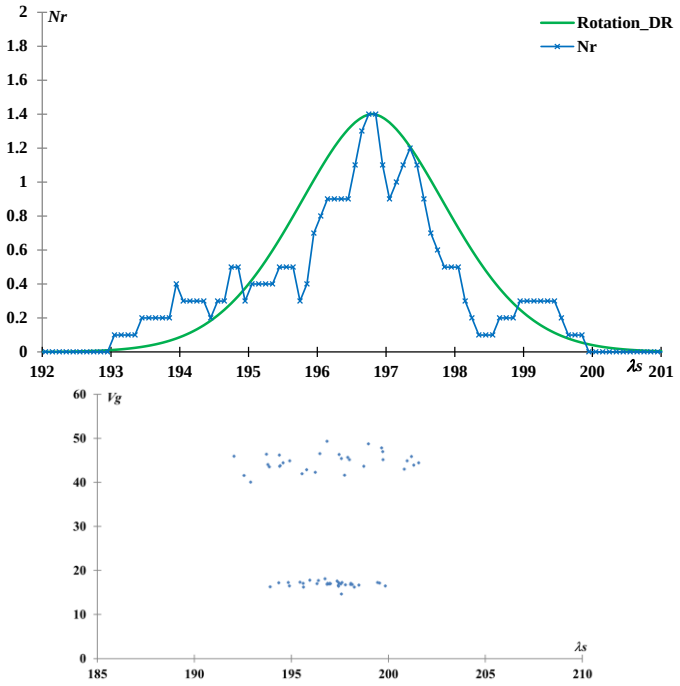




2005 年にヨーロッパで突発出現が捉えられたが、その後、SonotaCo ネットの観測によって定常的な流星群であることが確認された。上の活動曲線からわかるように活動の活発な時間はほぼ 1 日に限られるため、観測地点が極大に遭遇する条件に恵まれるか否かということのようである。輻射点の密集度も高い。

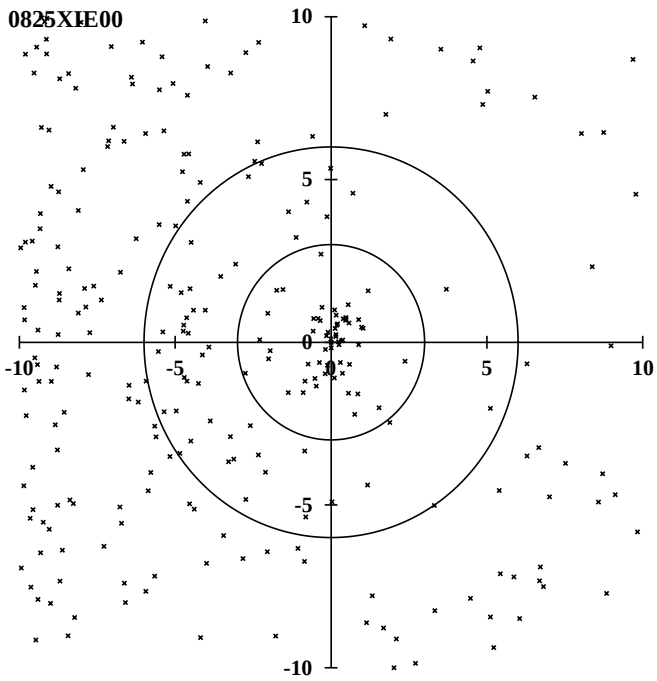
0924SAN: 62-Andromedids　$\lambda s = 196.8$, $\lambda - \lambda s = 214.4$, $\beta = 29.8$, $\alpha = 37.9$, $\delta = 46.5$, $V_g = 16.9$

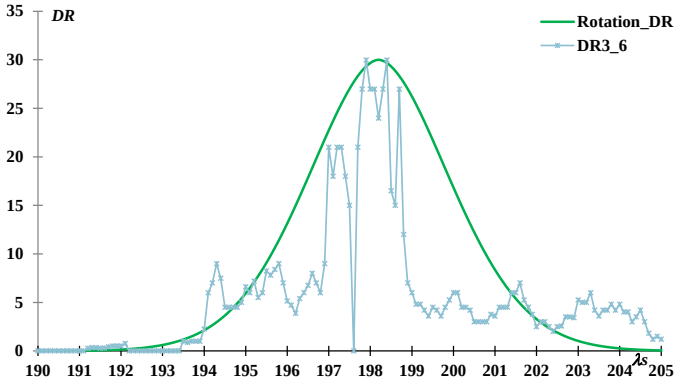




CAMS の第二報で登場した活動で、前回は取り上げておらず、SonotaCo ネットの J14 リストにもない。これはかなり特殊な流星群で、活動曲線の下に示した地心速度の分布で下の集合が SAN であり、上は散在流星である。輻射点分布図で〇で囲んだものが地心速度分布の下の集合 SAN で、周囲の×は散在流星とみなせる。

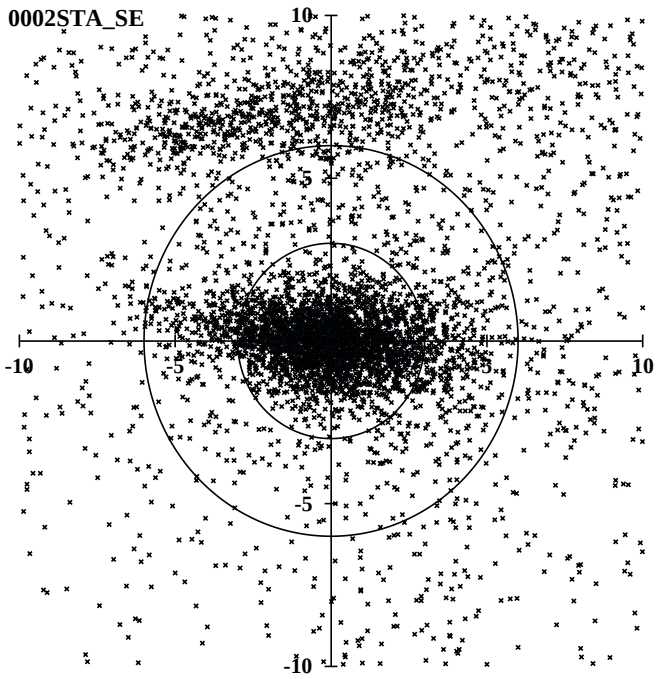
0825XIE: xi-Eridanids　　λs = 198.2, λ-λs = 228.1, β = -27.8, α = 69.1, δ = -6.1, V_g = 54.2

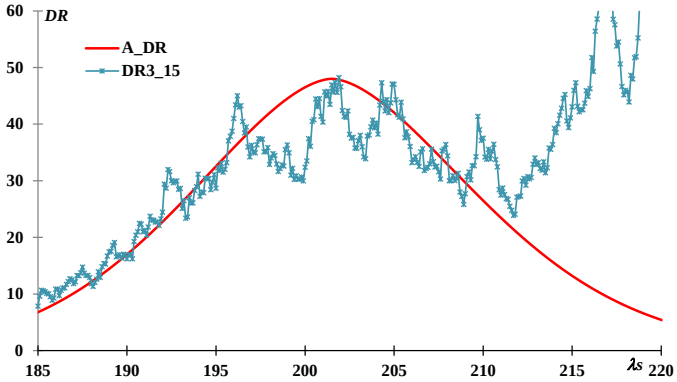




CAMS の第二報が初検出である。前回は取り上げておらず、SonotaCo ネットの J14 リストにもない。出現数が少ないために、活動の状況は明らかではない。GMN では活動期間をλs = 190.8~200.8、極大をλs = 196.5 とやや前にしている。

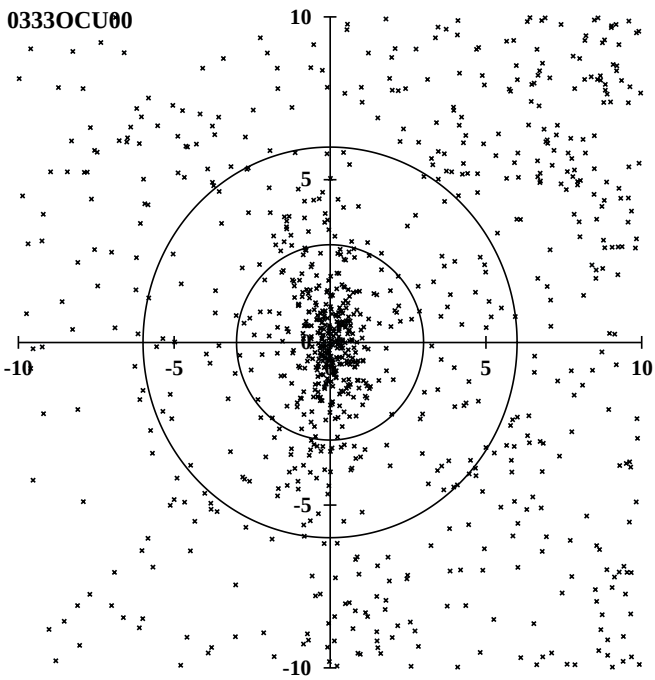
0002STA_SE: Southern Taurids_SE　　λs = 201.5, λ-λs = 195.8, β = -4.4, α = 36.4, δ = 9.8, V_g = 28.8

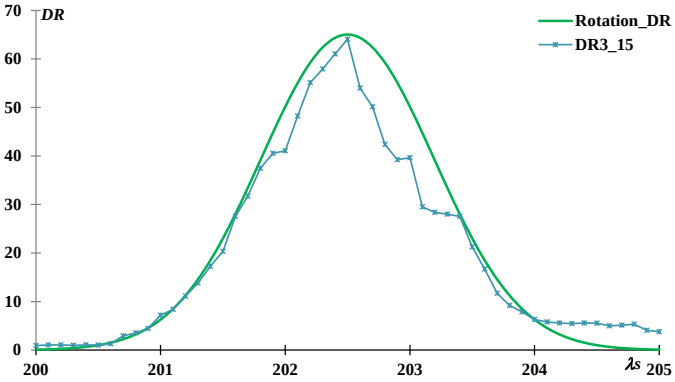




詳しくは「注意が必要な流星群」で述べたが、STA は 10 月のおひつじ群(STA_SE)と 11 月のおうし群(STA_SF)に分けて考えねばならない。活動曲線に見られるλs > 210 以降の増加は STA_SF によるものである。輻射点が近く、地心速度もほぼ同じなので、この 2 つの活動を区別するのは、単純に 10 月の極大が STA_SE、11 月の極大が STA_SF とする程度の方法しかない。STA_SF の活動は年により大きく変化するが、この STA_SE の出現は例年ほぼ一定である。

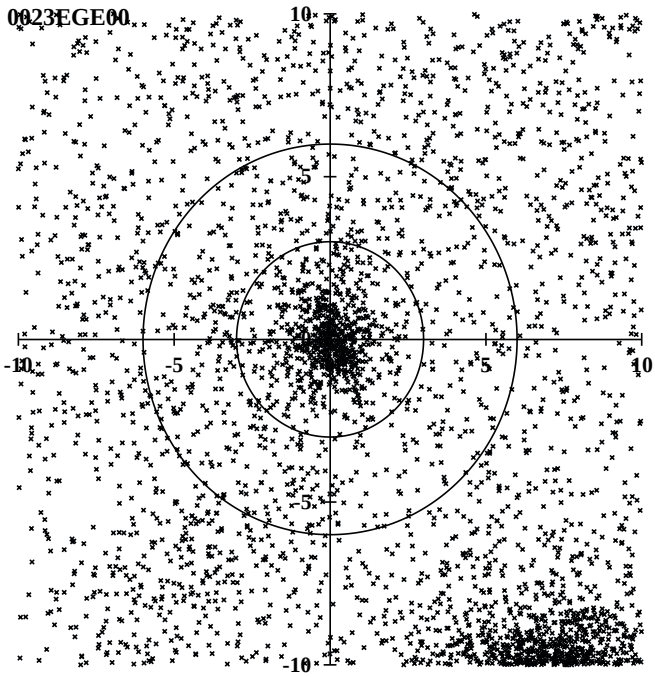
0333OCU: October Ursae Majorids　　$\lambda s = 202.5$, $\lambda - \lambda s = 279.1$, $\beta = 46.8$, $\alpha = 145.7$, $\delta = 64.2$, $V_g = 55.5$

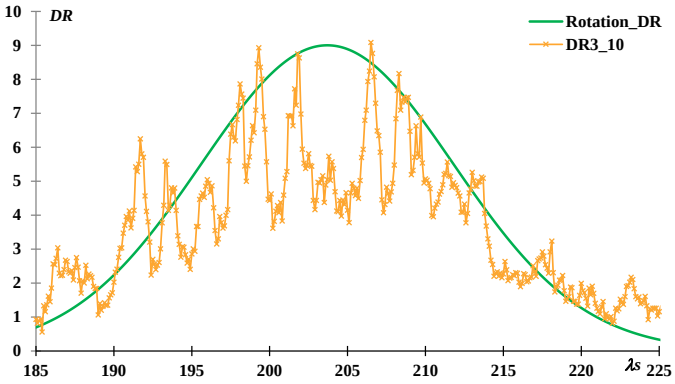




最初の検出は植原さんたちのビデオ観測で、いわば、SonotaCo ネットの前身の活動成果と言える。輻射点もよく密集し、活動曲線も鋭い。極大に遭遇するか否かで、見かけ上年により得られる流星数に差ができる。最初の検出となった 2006 年は 14 個の流星が観測されたが、SonotaCo ネットで 2007 年、2008 年に得られた OCU の流星は、それぞれ 3 個と 5 個であった。

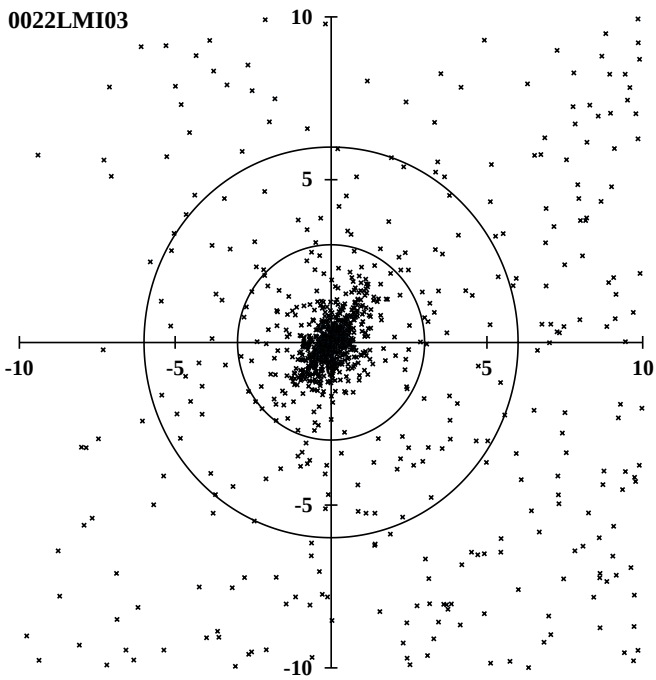
0023EGE: epsilon-Geminids　$\lambda s = 203.7$, $\lambda - \lambda s = 254.9$, $\beta = 5.1$, $\alpha = 99.7$, $\delta = 28.3$, $V_g = 68.7$

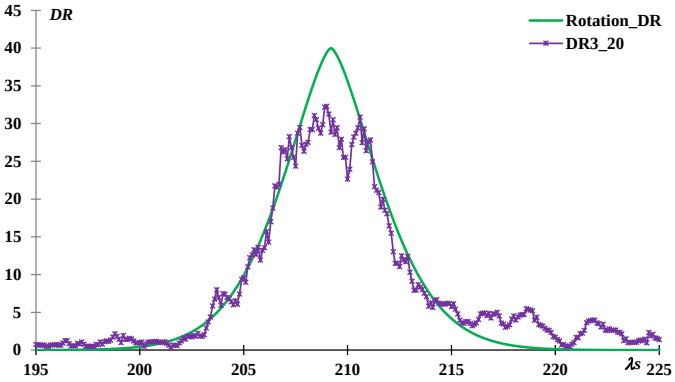




オリオン群の副次的な輻射点のように扱われた時代から存在は知られていた。輻射点分布の右下がオリオン群で、周囲の散在流星も多い。活動曲線は変動が激しく、極大は$\lambda s = 198$~208 のどこであってもおかしくないほどである。これは活動が年により大きく変化するためである。生の観測流星数（DR ではない）による極大は 2019 年$\lambda s = 211.4$、2020 年$\lambda s = 205.6$、2021 年$\lambda s = 202.1$、2022 年$\lambda s = 208.1$ となり、平均では$\lambda s = 211.4$ である。IAUMDCSD でも$\lambda s = 198$~209.70 と幅があり、本稿で示した$\lambda s = 203.7$ も参考値である。

0022LMI: Leonis Minorids　　$\lambda s = 209.2$, $\lambda - \lambda s = 298.0$, $\beta = 26.2$, $\alpha = 160.3$, $\delta = 36.8$, $V_g = 61.3$

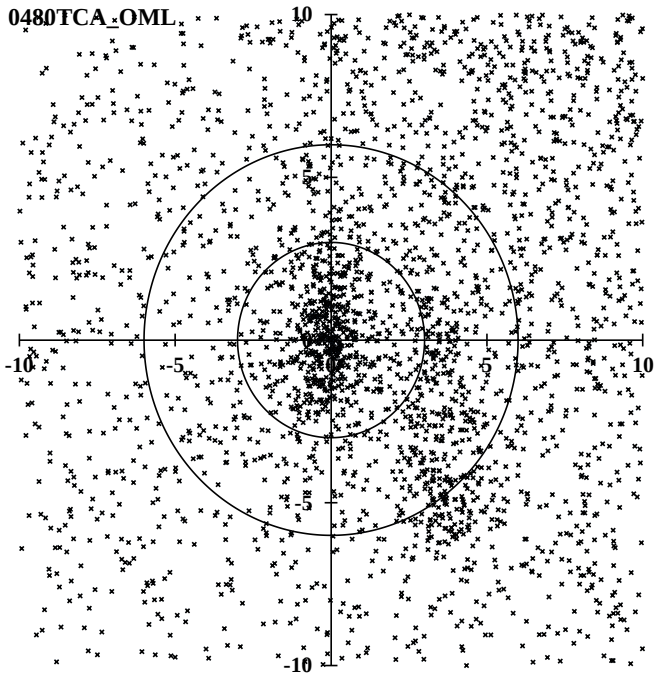


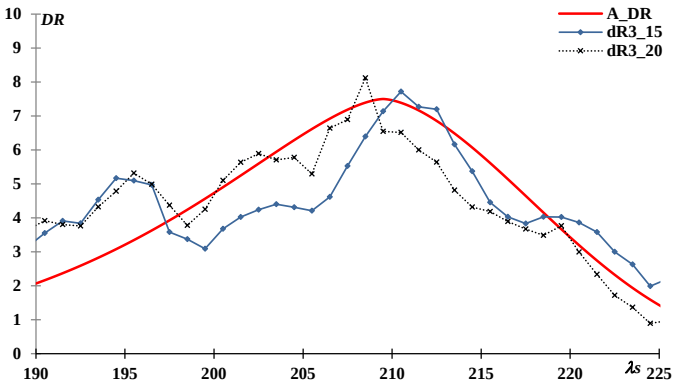


ハーバードにおけるスーパーシュミットでの写真観測で見出された流星群である。オリオン群の極大期に活動するにもかかわらず、眼視観測で捉えられることは稀である。Apex 領域に接しているが、周囲の流星活動が低く、写真やビデオ観測では目立つ群である。CMOR の画像でも、毎年、弱いながらしっかりとした活動が捉えられている。

0480TCA_OML: tau-Cancrids_October mu-Leonids

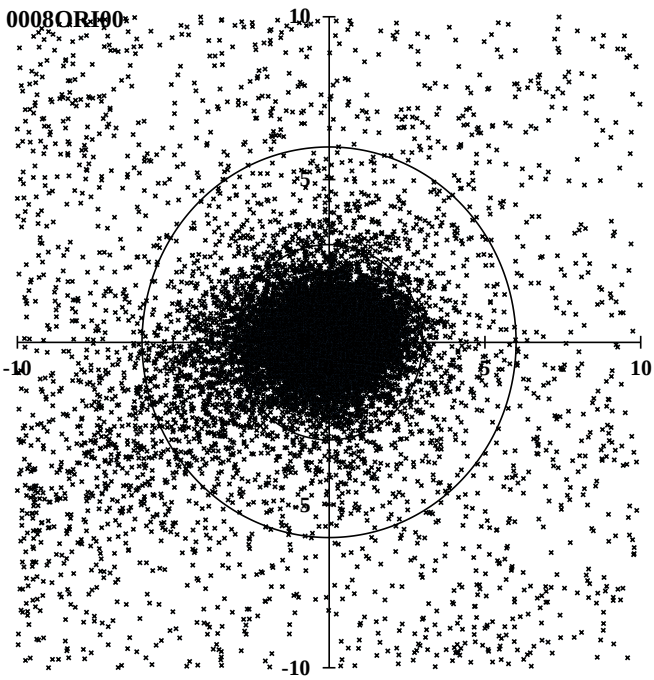
$\lambda s = 209.5$, $\lambda - \lambda s = 283.4$, $\beta = 13.4$, $\alpha = 139.7$, $\delta = 29.8$, $V_g = 67.0$

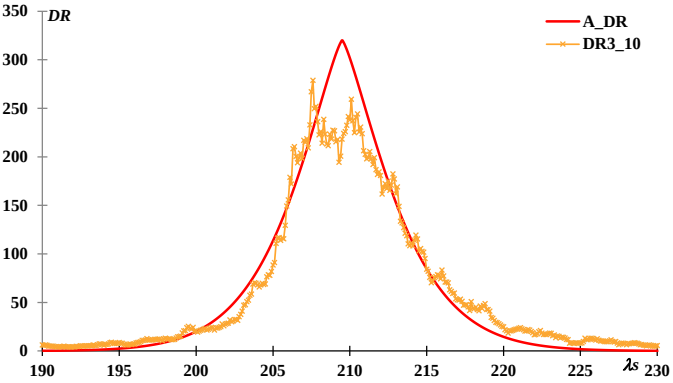




詳しくは「注意が必要な流星群」で述べたように、TCA と 0481OML を一つの活動として扱う。前回は TCA だけとして取り上げたが、活動曲線は前回と今回得られたものはほぼ同様である。

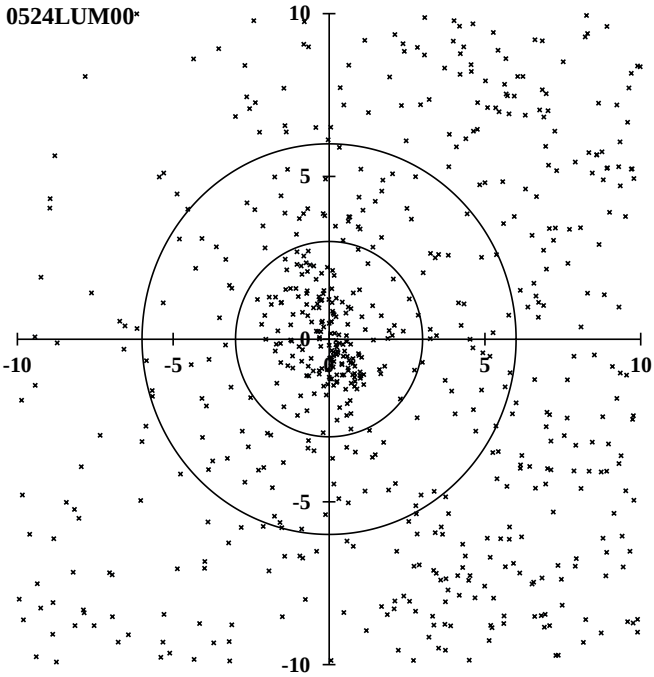
0008ORI: Orionids $\lambda s = 209.5$, $\lambda - \lambda s = 246.6$, $\beta = -7.5$, $\alpha = 96.3$, $\delta = 15.8$, $V_g = 65.5$

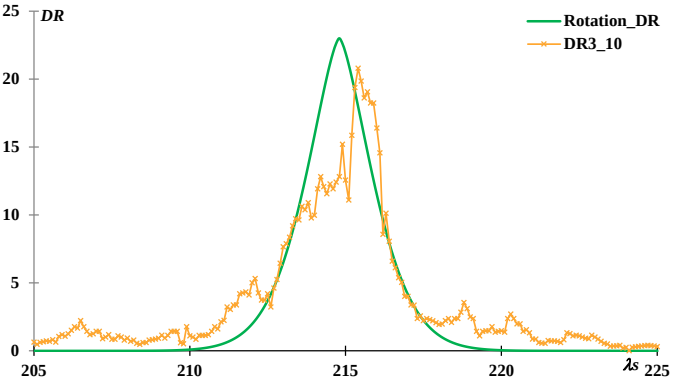




調査方法の項でオリオン群を例として詳しく述べており、「注意が必要な流星群」で「オリオン群の尻尾」について書いているのでそちらも参照されたい。SonotaCo ネットはオリオン群が活発であった 2007~9 年の観測を含んでいるが、上に示した活動曲線は前回の 2010~18 年（平年）のものに相当する。

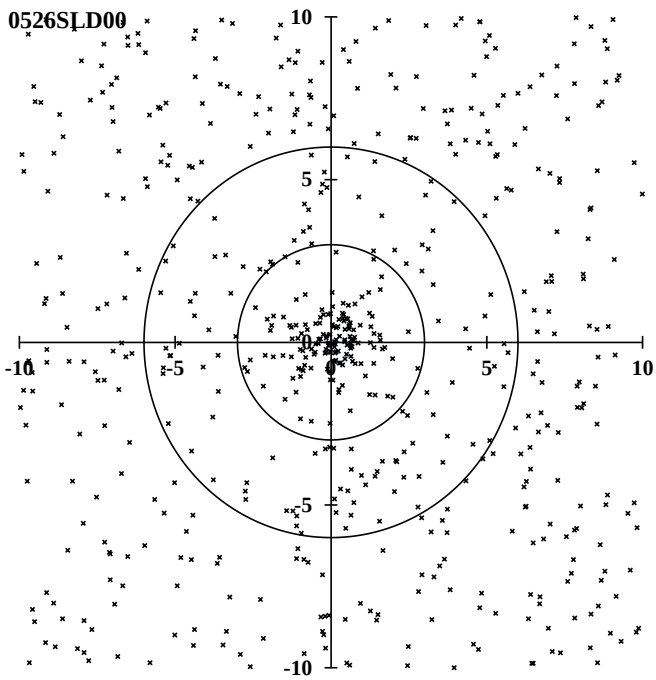
0524LUM: lambda-Ursae Majorids　　$\lambda s = 214.8$, $\lambda - \lambda s = 284.4$, $\beta = 36.8$, $\alpha = 158.2$, $\delta = 49.2$, $V_g = 60.5$

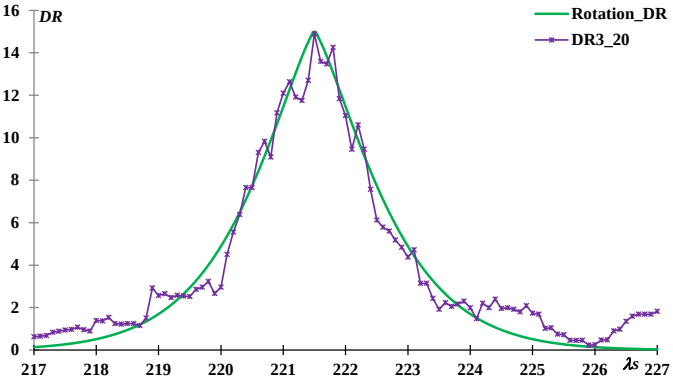




クロアチアの観測と SonotaCo ネットの観測を合わせて検出された活動である。軌道は近日点が黄道面に沿って回転するタイプで、このような流星群は($\lambda - \lambda s$, β)の座標上で輻射点がほぼ移動しない。活動は毎年安定しており、SonotaCo ネットの J14 リストと GMN の掲げる数値はよく一致している。

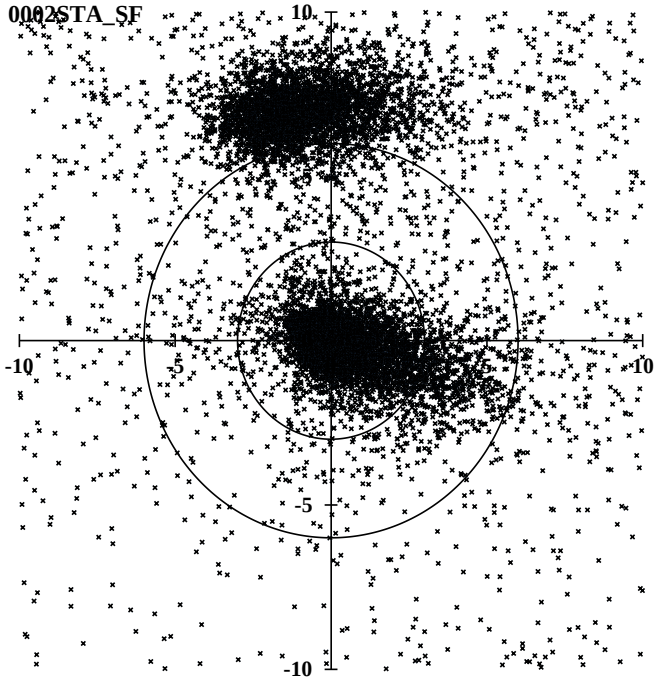
0526SLD: Southern lambda-Draconids $\lambda s = 221.5$, $\lambda - \lambda s = 265.2$, $\beta = 53.5$, $\alpha = 161.6$, $\delta = 68.0$, $V_g = 48.9$

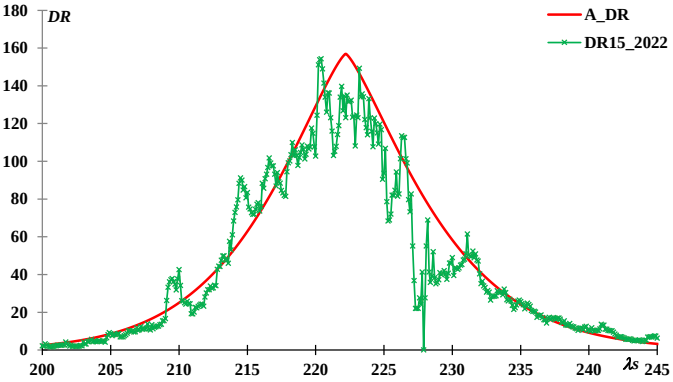




これも 0524LUM 同様、クロアチアの観測と SonotaCo ネットの観測を合わせて検出された活動である。0387OKD や 0392NID といったトロイダル領域の活動に近いが、LUM や SLD が CMOR に、逆に OKD と NID がビデオで明確になることはない。木星族タイプであるが、軌道は黄道面にほぼ鉛直に交差している。

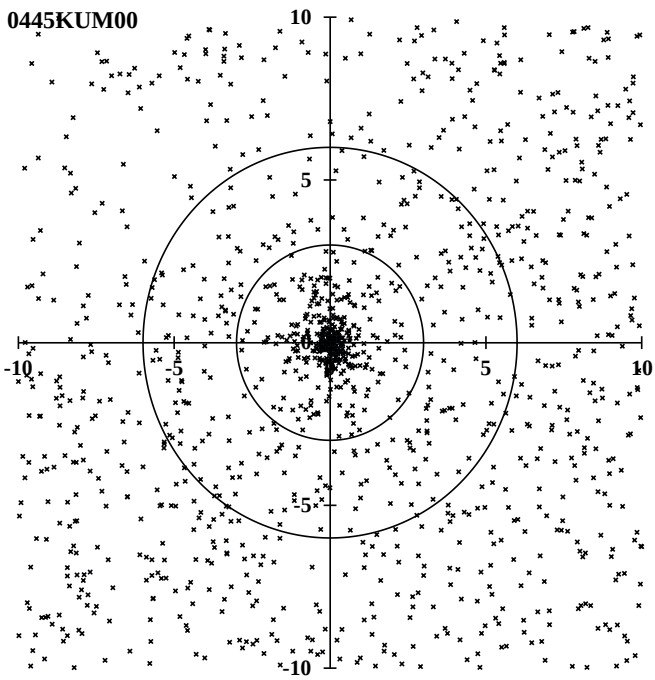
0002STA_SF: Southern Taurids_SF　　$\lambda s = 222.2$, $\lambda - \lambda s = 192.3$, $\beta = -4.5$, $\alpha = 53.2$, $\delta = 14.5$, $V_g = 28.5$

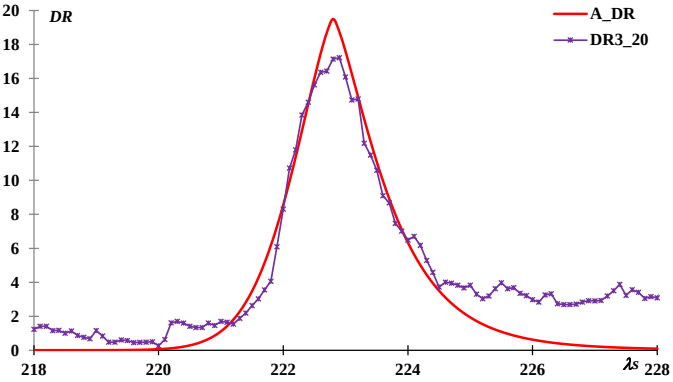




詳しくは「注意が必要な流星群」で述べたが、STA_SE とは区別されるべき活動である。活動が強化される年には、著しく出現数が増える。上の輻射点分布図と活動曲線はほぼ 2022 年の活動を表している。

0445KUM: kappa-Ursae Majorids　　$\lambda s = 222.8$, $\lambda - \lambda s = 268.0$, $\beta = 29.7$, $\alpha = 144.4$, $\delta = 45.8$, $V_g = 64.8$

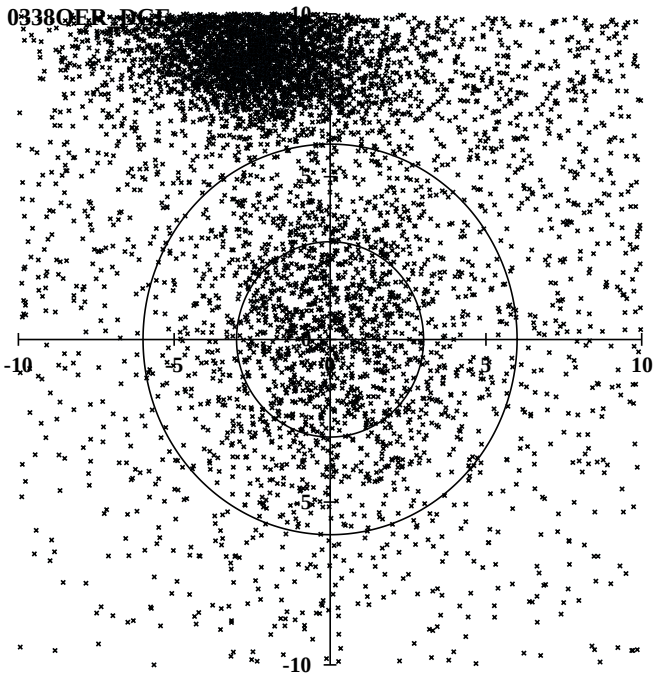


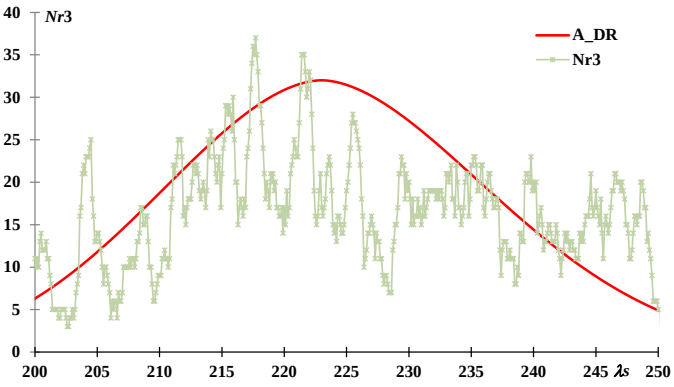


CAMS の第一報で登場した流星群であるが、IAUMDCSD に他の報告はない。毎年の活動は安定し、SonotaCo ネットの J14 リストと GMN が掲げる情報もよく一致している。ほぼ近日点付近で地球軌道と交差し、軌道傾斜角も大きいので活動期間は短い。

0338OER_DGE: omicron-Eridanids_ December delta-Eridanids

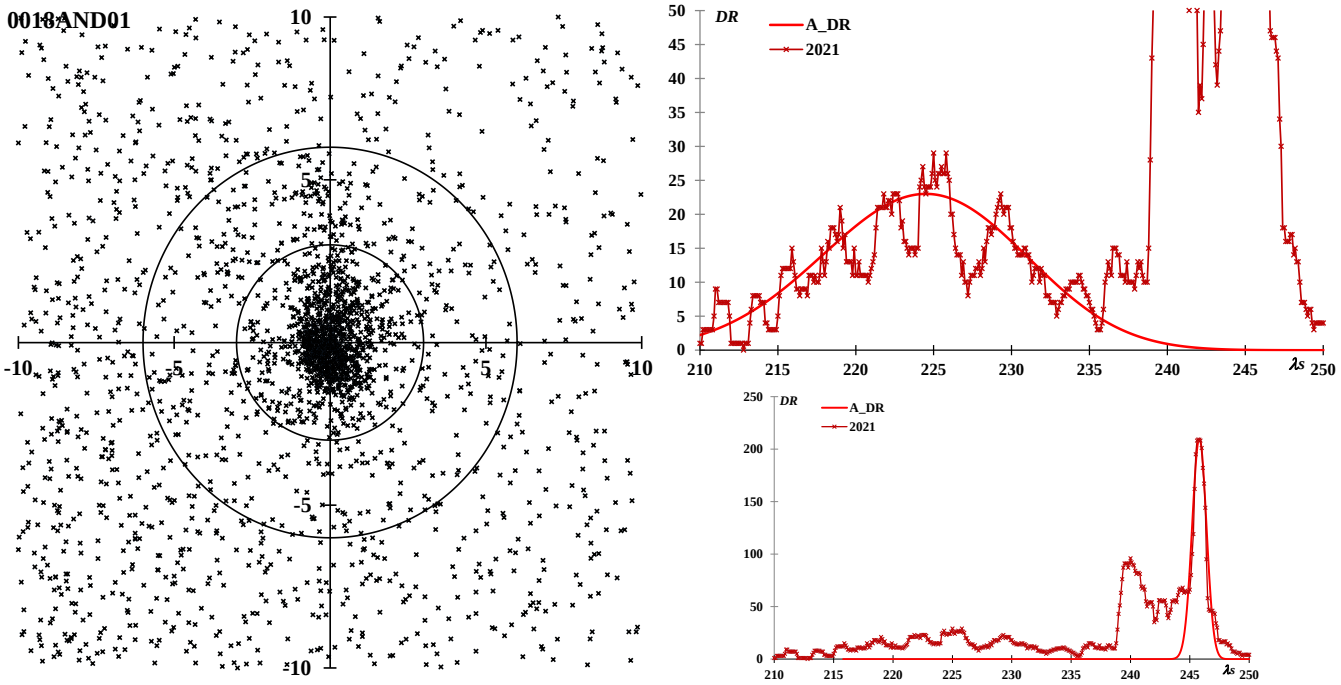
$\lambda s = 223$, $\lambda - \lambda s = 187.1$, $\beta = -18.7$, $\alpha = 52.6$, $\delta = -0.3$, $V_g = 28.7$





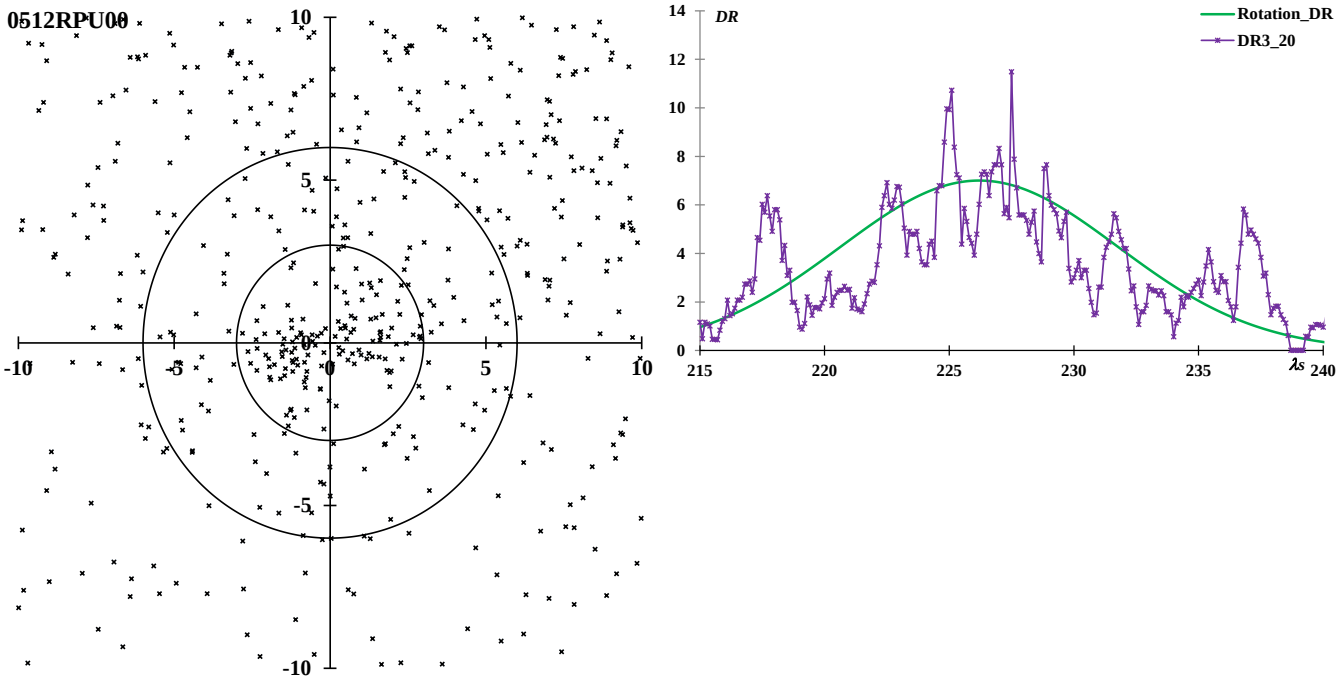
0338OER00 は SonotaCo ネットによって見出され、DGE00 は SonotaCo ネットと CAMS のデータを合わせて検出された流星群である。0338OER は STA の南端からまるで枝分かれするように輻射点移動して 0490DGE01 と接続するように見える。その後、さらに弱い活動が南に伸びて、0709LCM にまでつながるようでもある。詳しくは「注意が必要な流星群」で述べたが、0490DGE00 はこの南下する弱い活動の中にある。DGE01 は CAMS の第一報で登場する。ここでは OER と DGE だけを統合するが、この中には 1115NXE00 も含まれる。輻射点分布同様に活動曲線も不明瞭で極大は$\lambda s = 220$~235 の範囲程度としか分からない。

0018AND: Andromedids　　λs = 224.5, λ-λs = 165.9, β = 18.2, α = 21.2, δ = 28.5, V_g = 18.1



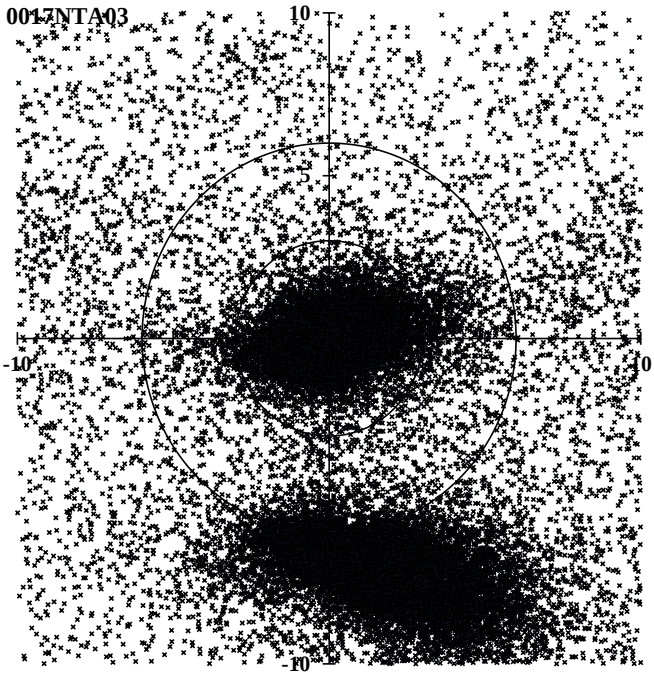
アンドロメダ群は 2021 年に突発出現をしたが、極大がλs = 245.8 で平年では活動が見られない時期である。しかし、突発時の輻射点の位置は突発より前の輻射点移動の延長上に正確に当てはまる。表 I-7 に突発時の輻射点等を掲載していないので、ここで紹介する：λs = 245.8, λ-λs = 155.0, β = 30.4, α = 25.9, δ = 43.5, V_g = 15.4, e = 0.705, q = 0.864, i = 12.3, ω = 225.5, Ω = 245.8, λ_{Π} = 110.7, β_{Π} = -8.7, a = 2.93。平年でも活動曲線は凸凹で、軌道上の流星物質の分布が均等でないことを示している。2021 年の突発も平年の活動の極端な例といえるだろう。SonotaCo ネットの J14 リストは活動期間をλs = 231.79~232.48 となっているが、アンドロメダ群はもっと長期にわたって活動する。輻射点はかなり高速で北上するという特徴がある。

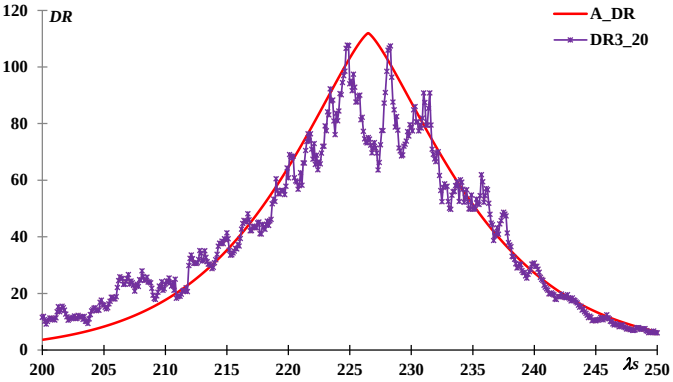
0512RPU: rho-Puppids　　λs = 226.2, λ-λs = 269.6, β = -43.5, α = 125.1, δ = -25.5, V_g = 57.5



これもクロアチアと SonotaCo ネットの観測を合わせて検出された活動である。輻射点の広がりがやや大きく、活動曲線も凸凹が多い。2021 年と 2022 年で極大がずれているようにもみえる。活動期間がやや長いので、観測された群流星の総数の割に一日当たりの流星数が少なく、得られている情報には曖昧さが残る。

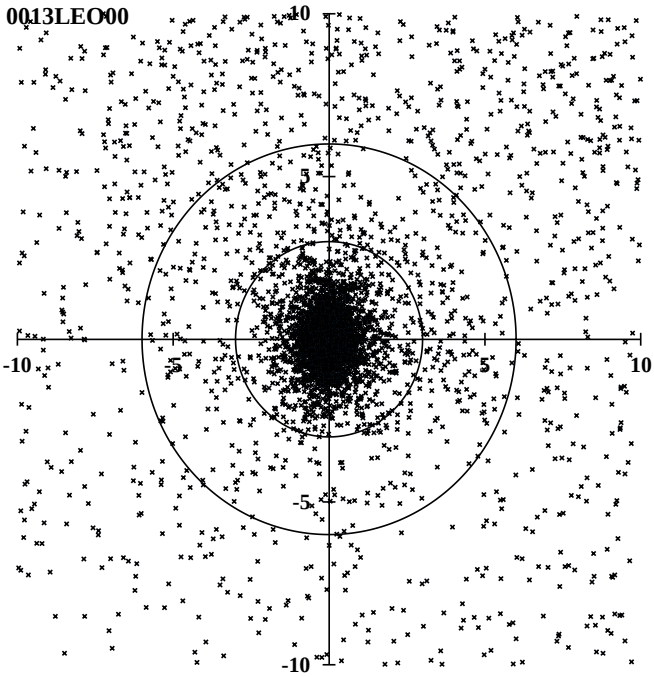
0017NTA: Northern Taurids $\lambda s = 226.5$, $\lambda - \lambda s = 192.1$, $\beta = 2.4$, $\alpha = 55.8$, $\delta = 22.2$, $V_g = 28.3$

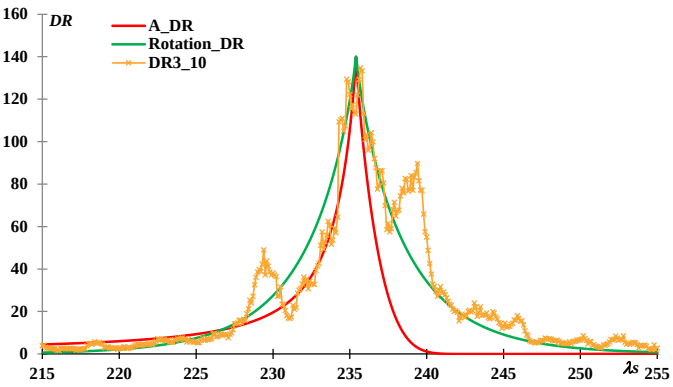




詳しくは「注意が必要な流星群」で述べたが、GMN は NTA を細分している。上の輻射点分布図と活動曲線からみて単一の活動とみる方が良い。$\lambda s = 227.5$ 付近で活動曲線が落ち込んでいるのは、2022 年の GMN の観測条件が良くなかったことによるもののようで、見せかけのものと考えられる。

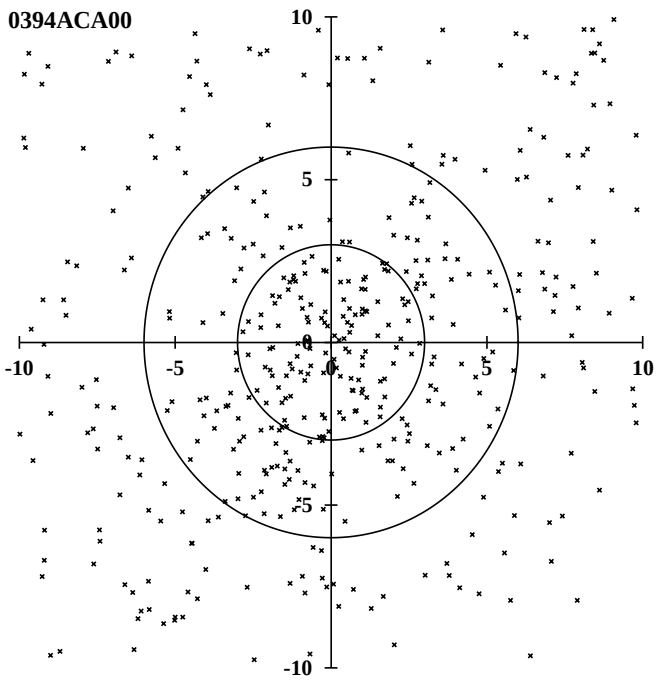
0013LEO: Leonids $\lambda s = 235.4$, $\lambda - \lambda s = 272.5$, $\beta = 10.3$, $\alpha = 153.9$, $\delta = 21.8$, $V_g = 69.7$

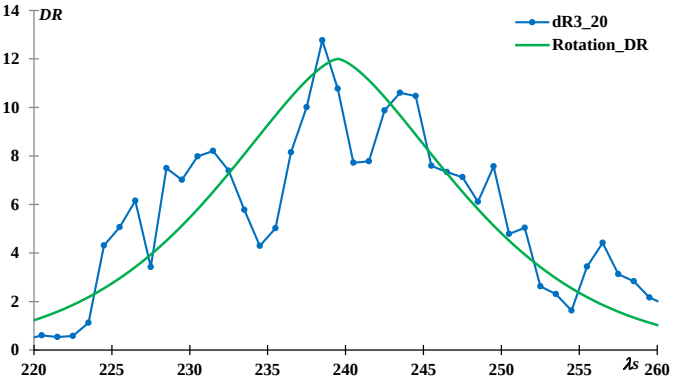




活動曲線で、$\lambda s = 229$ の盛り上がりは 2021 年、$\lambda s = 239$ のものは DR3_10 特有の現象で、それぞれ他の年また他の推定曲線では現れていない。全体としてはほぼ Rotation_DR の曲線に沿った推移とみられる。

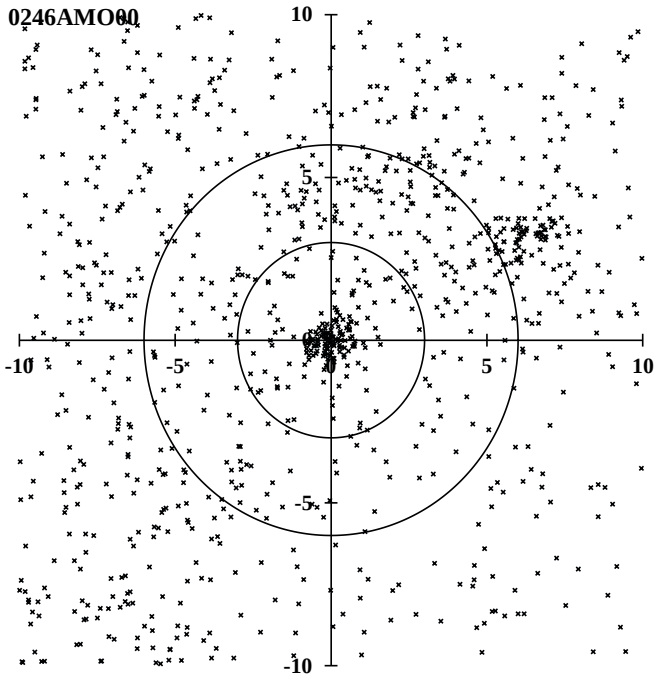
0394ACA: alpha-Canis Majorids　　$\lambda s = 239.5$, $\lambda - \lambda s = 216.8$, $\beta = -41.8$, $\alpha = 95.0$, $\delta = -18.5$, $V_g = 43.7$

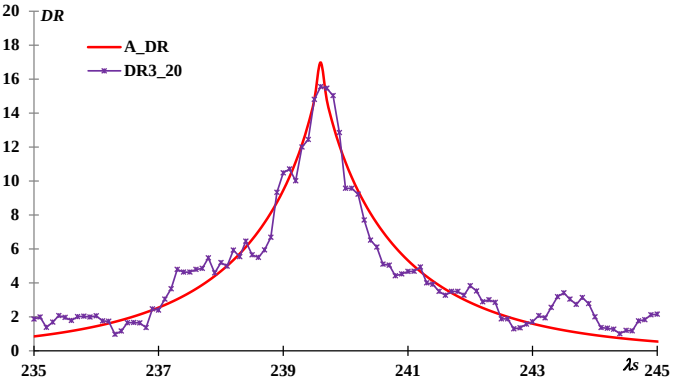




CMOR2 の電波観測によって検出された群である。前回は取り上げておらず、SonotaCo ネットの J14 リストにもない。輻射点分布で半径 3 度の円の左下側に 0559MCB00 が、右上側に 0395GCM00 がある。GCM は CMOR2 の観測であるが、輻射点分布は左下から右上に伸びており、MCB も GCM も ACA の活動の一部と考えてよいであろう

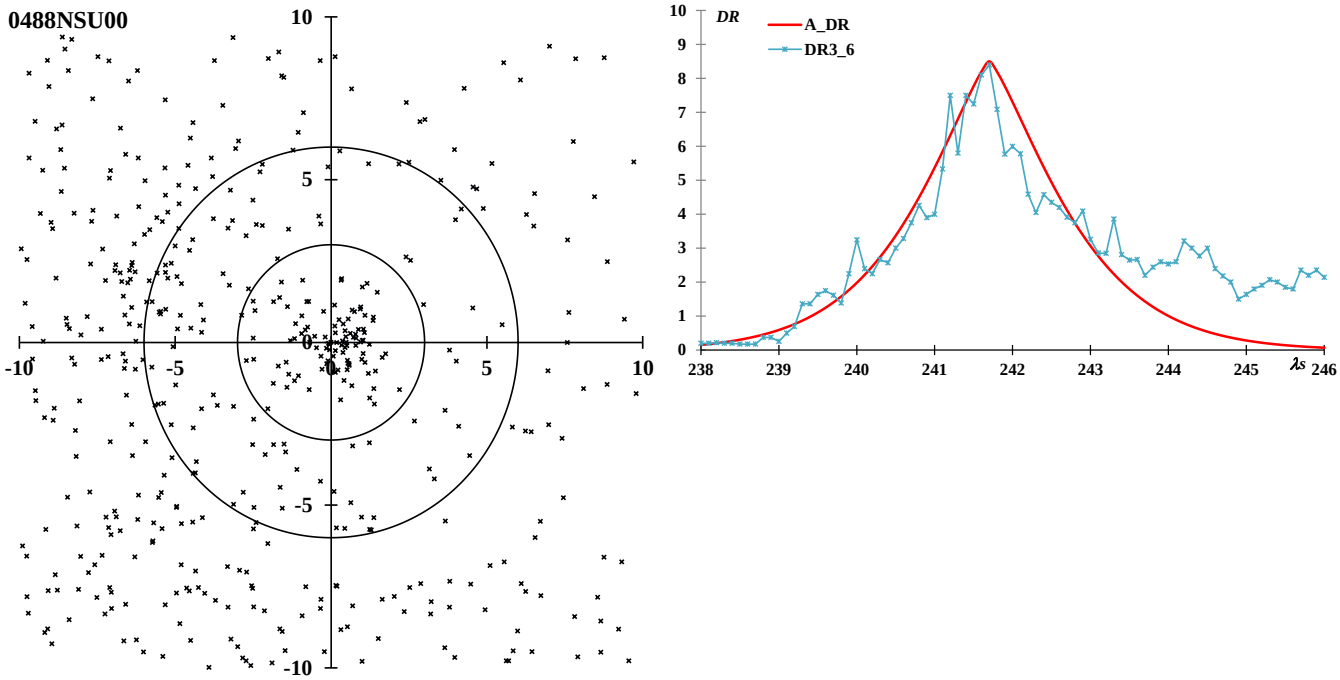
0246AMO: alpha-Monocerotids　　$\lambda s = 239.6$, $\lambda - \lambda s = 239.5$, $\beta = -19.9$, $\alpha = 117.2$, $\delta = 0.8$, $V_g = 61.7$





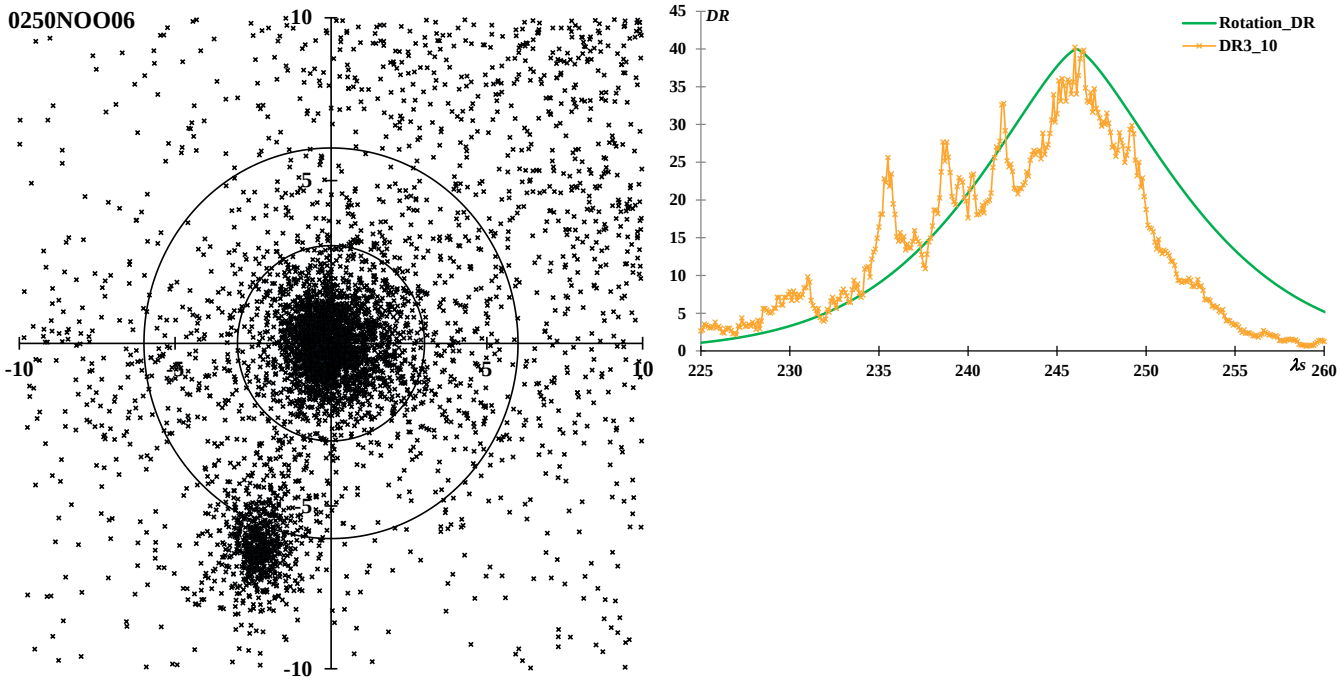
1925 年のアメリカ、1935 年のインドでの突発出現の後、1950、1960 年代の写真・電波観測では記録されず、1985 年にアメリカで観測されるまで捉えられることはなかった。その後、1995 年にも突発がみられ、10 年周期の活動が期待されたが、その後は期待されるほどの活動は見られていない。しかし、AMO の活動は少数ながら毎年みられることがビデオ観測の普及により明らかとなっている。IAUMDCSD では、DMS による AMO 最初の写真観測の報告が s = -2 となっているが、資料を補って AMO00 とすべきであろう。AMO の軌道は周期数十年以上であり、10 年の周期はトレイルの接近による見せかけのものであるようだ。

0488NSU: November sigma-Ursae Majorids　　$\lambda s = 241.7$, $\lambda - \lambda s = 245.1$, $\beta = 43.2$, $\alpha = 148.9$, $\delta = 59.4$, $V_g = 54.4$



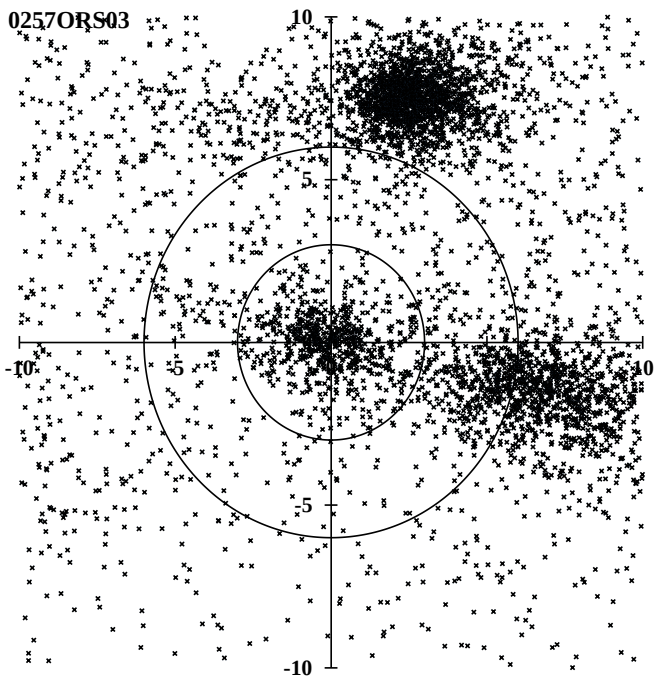
SonotaCo ネットと CAMS のデータを合わせて検出された流星群である。活動期間が短いが、輻射点はよくまとまっており、毎年、安定した活動をみせている。0527UUM00 は NSU に含められるべきである。

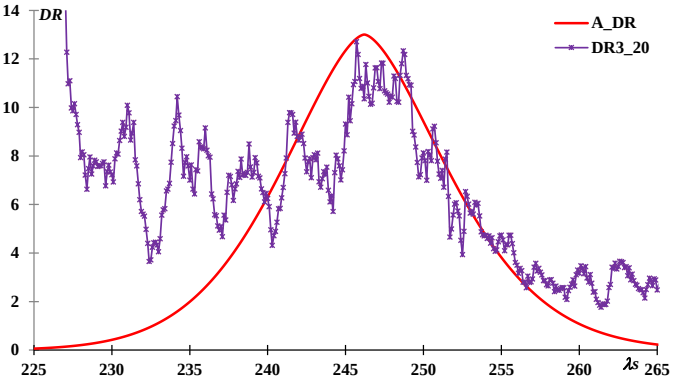
0250NOO: November Orionids　　$\lambda s = 246.1$, $\lambda - \lambda s = 204.0$, $\beta = -7.9$, $\alpha = 90.1$, $\delta = 15.5$, $V_g = 42.9$



輻射点分布図で左下は 0019MON である。眼視、写真観測の時代から知られていたが、この MON と一括りに「いっかくじゅう群」と呼ばれたりもしていた。NOO と MON がはっきりと区別されるようになったのは Jenniskens の大著以降と思われる。活動曲線は非対称で、後半の減少は速い。

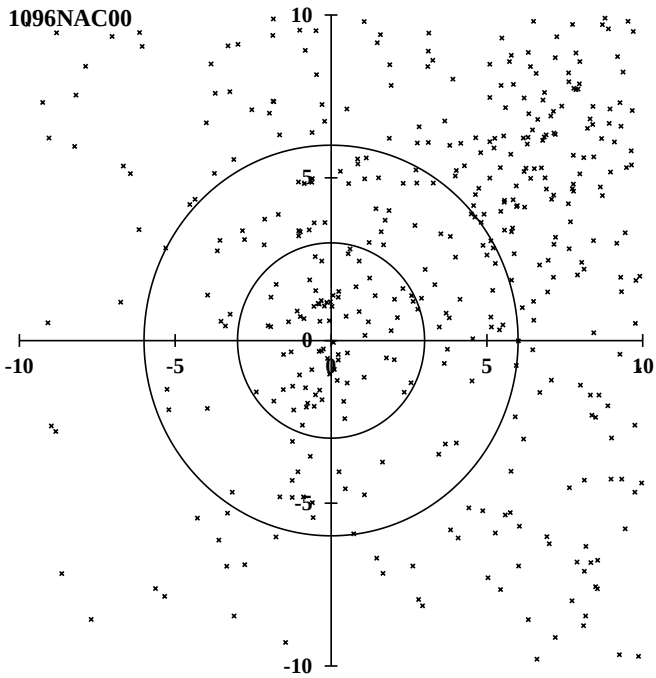
0257ORS: Southern chi-Orionids　　$\lambda s = 246.2$, $\lambda - \lambda s = 190.1$, $\beta = -4.7$, $\alpha = 75.6$, $\delta = 18.0$, $V_g = 27.4$

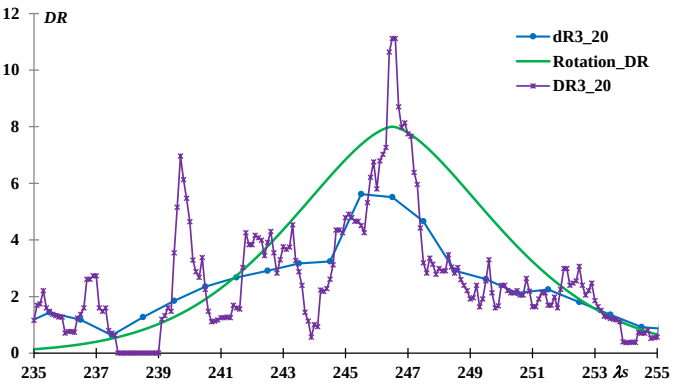




現在の IAUMDCSD では欠番になっているが、かつては 0014XOR(χ-Orionids)という分類がハーバードの写真観測以来存在した。Lindblad の流星群調査以来、南北の群に分けられるようになり、Jenniskens が 0256ORN、0257ORS というコードをつけた。ORS は、上の輻射点分布図と活動曲線にみられるように、辛うじて STA と区別されるが、ORN は確認されていない。SonotaCo ネットの J14 リストでは STA の一部として扱われ、GMN では活動終了を$\lambda s = 275.2$ と長くとっている。

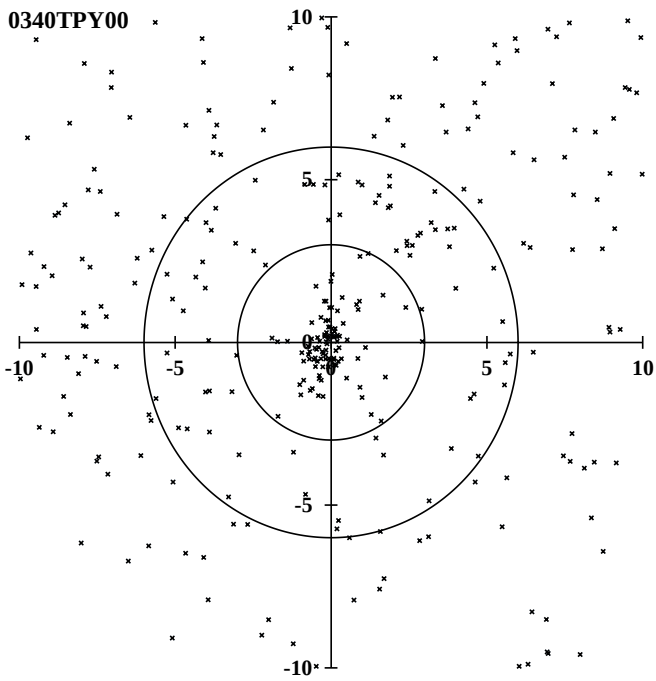
1096NAC: November alpha-Corvids　　$\lambda s = 246.5$, $\lambda - \lambda s = 286.2$, $\beta = -20.5$, $\alpha = 165.0$, $\delta = -16.0$, $V_g = 66.6$

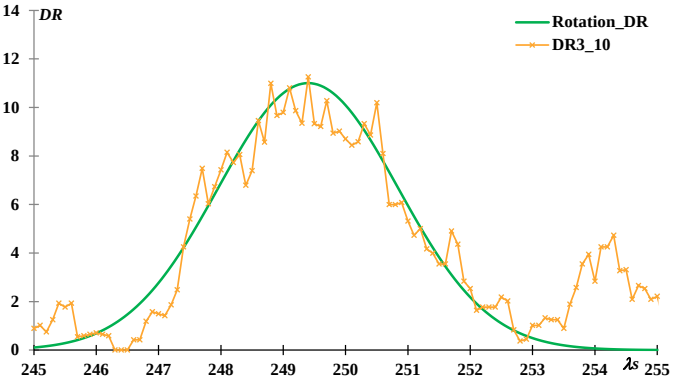




CAMS の第三報で初めて登場する新しい群である。前回は取り上げておらず、SonotaCo ネットの J14 リストにも GMN にもない。輻射点分布図の右上が Apex 領域になり、かろうじて散在の活動と区別できる。

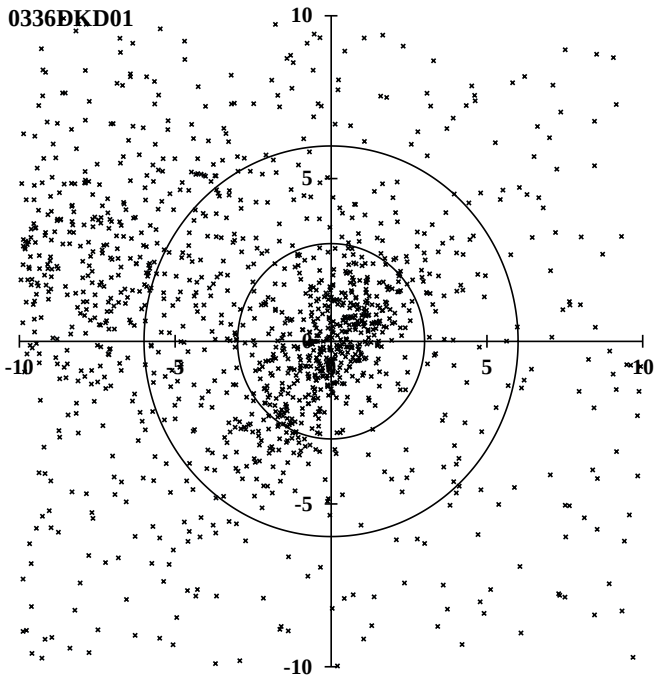
0340TPY_0: theta-Pyxidids $\lambda s = 249.4$, $\lambda - \lambda s = 261.2$, $\beta = -39.3$, $\alpha = 138.3$, $\delta = -25.5$, $V_g = 60.1$

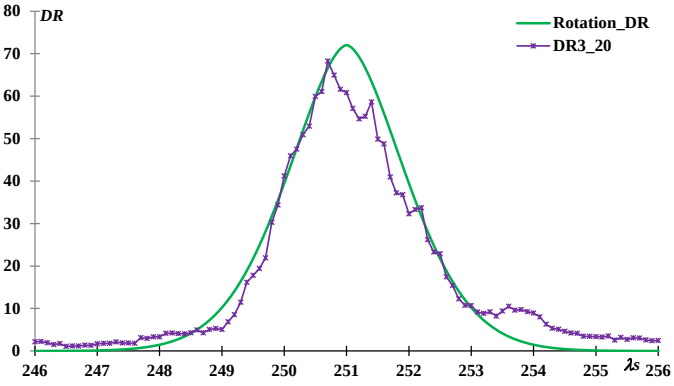




SonotaCo ネットによって検出された群だが、詳しくは「注意が必要な流星群」で述べたように、IAUMDCSD では混乱があり、2 つの活動が TPY とされている。ここでは TPY_0 と TPY_1 として区別する。GMN ではこの活動を DTP としているので注意が必要である。

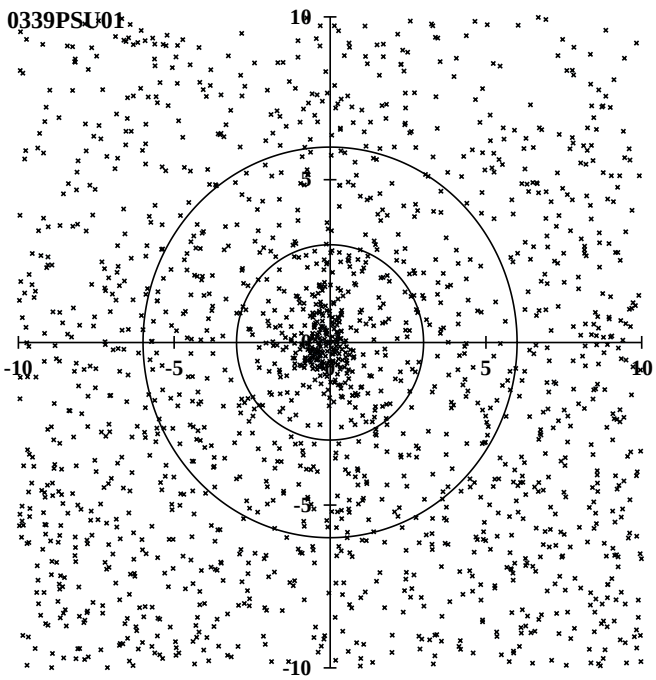
0336DKD: December kappa-Draconids $\lambda s = 251$, $\lambda - \lambda s = 243.0$, $\beta = 61.5$, $\alpha = 186.1$, $\delta = 70.5$, $V_g = 43.8$

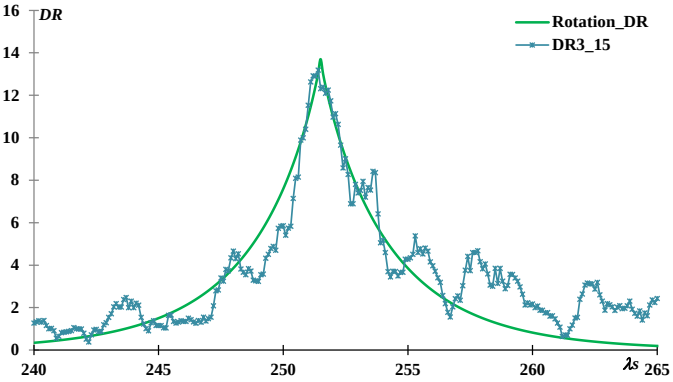




SonotaCo ネットの観測によって検出された活動である。wgn に掲載された当初は KDR とされていたが、IAUMDCSD では CMOR2 の観測に 0380KDR の名称が与えられ、この活動は 0336DKD となった。SonotaCo ネットの J14 では KDR のままなので注意が必要である。

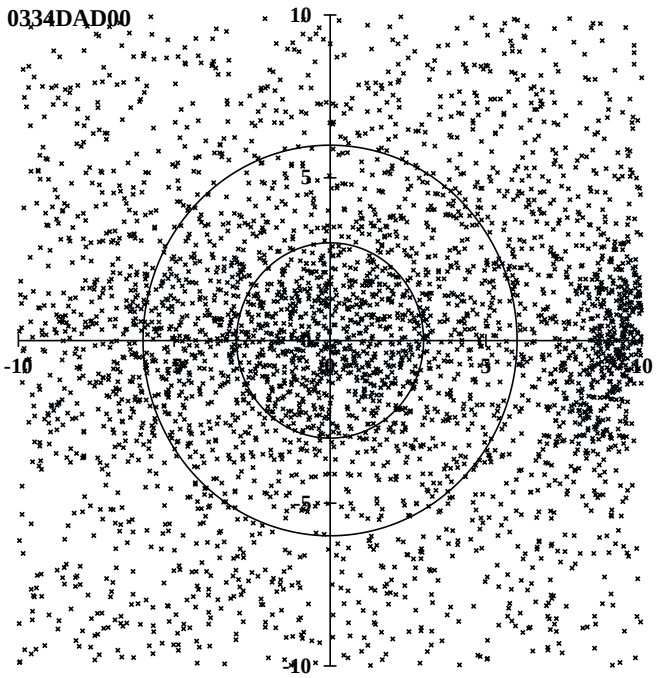
0339PSU: psi-Ursae Majorids　　$\lambda s = 251.5$, $\lambda - \lambda s = 258.0$, $\beta = 35.6$, $\alpha = 168.1$, $\delta = 44.2$, $V_g = 60.9$

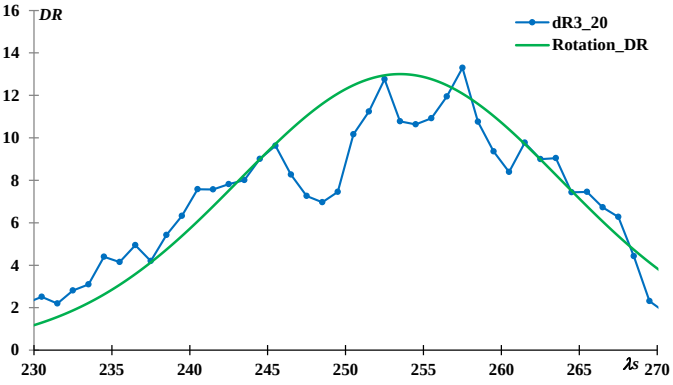




これも SonotaCo ネットの観測によって検出された活動である。GMN の観測では 2021 年の観測流星数よりも 2022 年の方が多いのが通常だが、この群では 2021 年の流星数が 2022 年の 1.6 倍になっている。前回使用した SonotaCo ネットの観測でも、年による活動の変動が大きく、周期性はあるのか、今後の観測の注目点である。

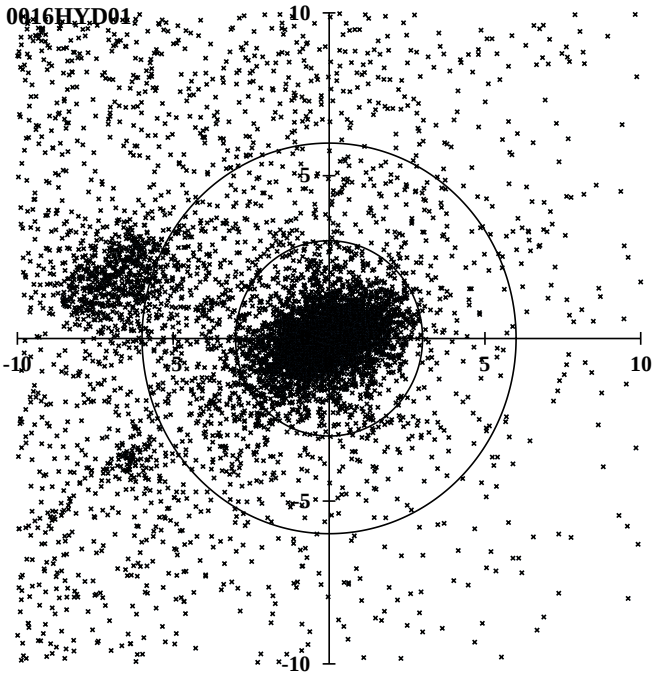
0334DAD: December alpha-Draconids $\lambda s = 253.5$, $\lambda - \lambda s = 264.2$, $\beta = 62.7$, $\alpha = 204.6$, $\delta = 62.2$, $V_g = 40.6$

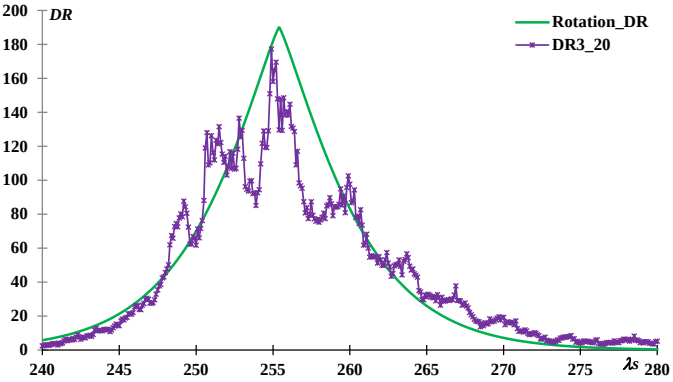




SonotaCo ネットによって初検出された活動が続く。輻射点が拡散し、活動曲線も広がっている。0392NID01 は上の輻射点分布で半径 3 度の円の左内側、0392NID00 は半径 6 度の円の少々左外側になる。NID は IAUMDCSD で「確定群候補」とされているが、検討の余地がある。輻射点移動を考慮しないと NID00 と NID01 の間に DAD03 と 0753NED00 が挟まれていることになる。DAD の活動は不明の点が多く、いくつかに分解されるかもしれない。

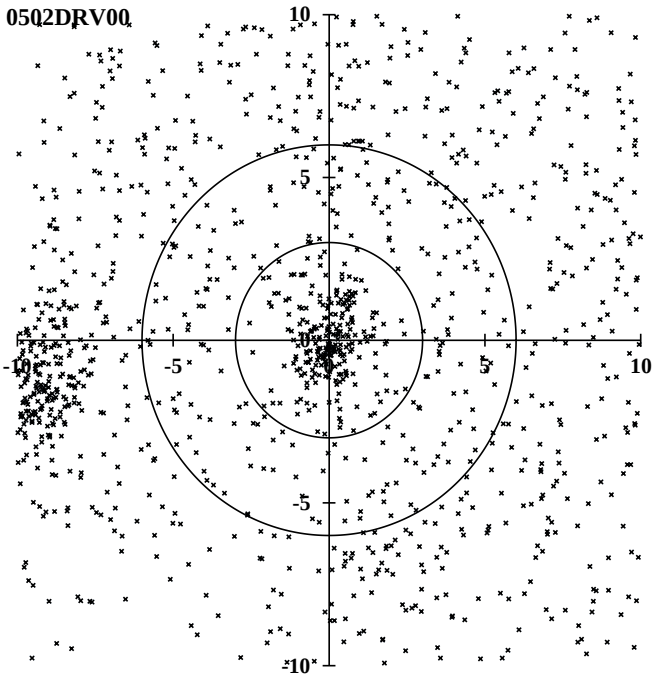
0016HYD: sigma-Hydrids　$\lambda s = 255.4$, $\lambda - \lambda s = 231.0$, $\beta = -16.5$, $\alpha = 124.7$, $\delta = 2.7$, $V_g = 58.8$

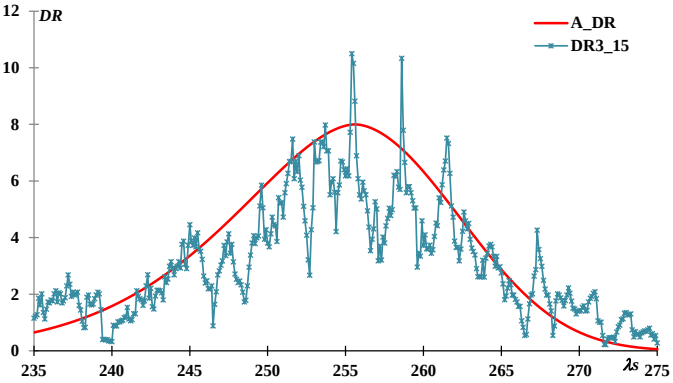




これほど輻射点分布も活動曲線も明瞭なのに、ハーバードの写真観測で検出されるまで知られていなかった。NMS の眼視観測で最も早いものが 1961 年である。光度比が特別小さくて、写真・ビデオ向きの流星群というわけでもない。眼視観測では、この程度の出現では HR=1~2 に相当し、注意しないと見逃すということのようだ。

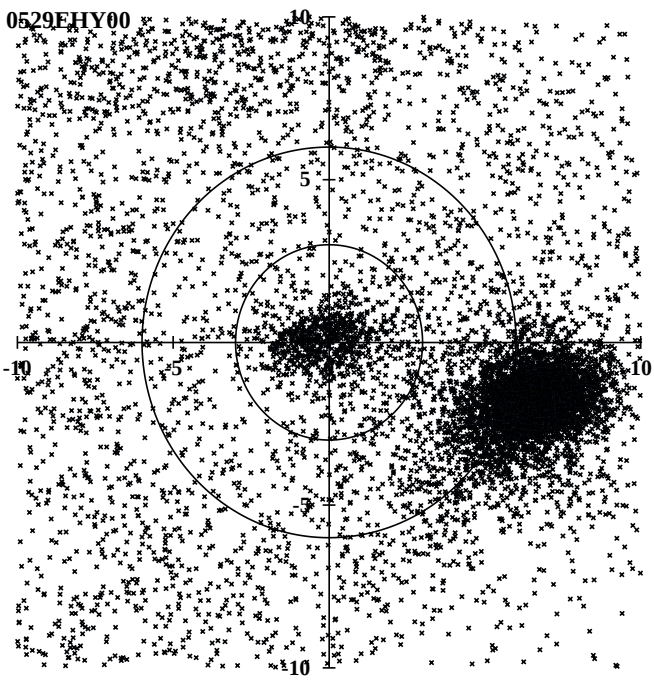
0502DRV: December rho-Virginids　$\lambda s = 255.6$, $\lambda - \lambda s = 286.0$, $\beta = 15.0$, $\alpha = 187.5$, $\delta = 13.1$, $V_g = 68.2$

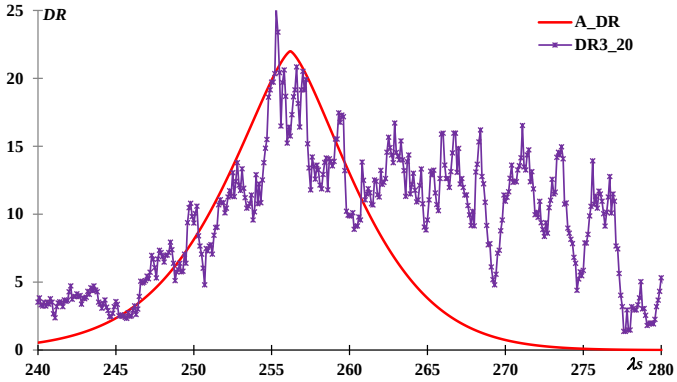




SonotaCo ネットと CAMS のデータを合わせて検出された流星群である。1116NFL00 は DRV に含められるべきものだろう。この群についても活動期間を SonotaCo ネットの J14 リストでは短めに、GMN では長めにとっている。

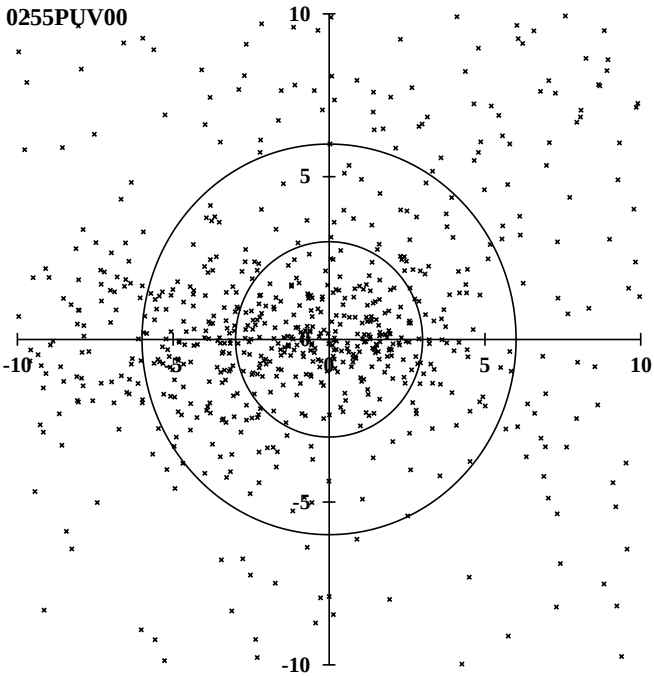
0529EHY: eta-Hydrids　　λs = 256.2, λ-λs = 237.8, β = -14.8, α = 132.2, δ = 2.4, V_g = 62.1

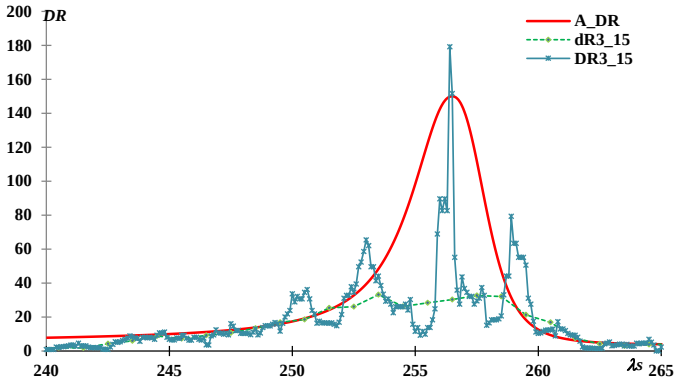




これも SonotaCo ネットとクロアチアの観測を合わせて検出された活動である。観測された流星数でみると、2021 年と 2022 年の極大は、それぞれλs =252.3、λs = 263.3 と 10 度の違いがある。これは恐らく、観測条件の違いによるもので、活動自体の変化ではないであろう。しかし、前回使用した SonotaCo ネットの観測でも極大は明確ではなく、極大はλs = 255~265 の範囲と考えた方がよいだろう。

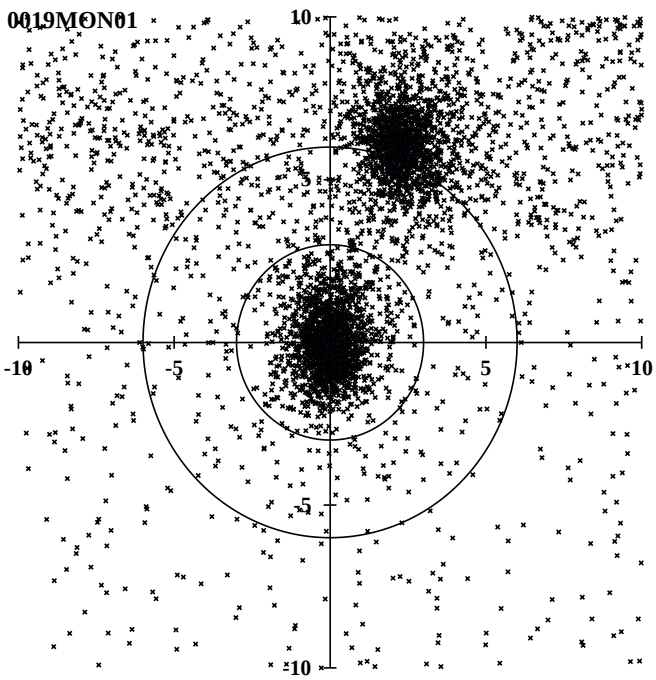
0255PUV: Puppid-Velid I Complex　　λs = 256.5, λ-λs = 268.3, β = -61.6, α = 134.7, δ = -49.2, V_g = 41.6

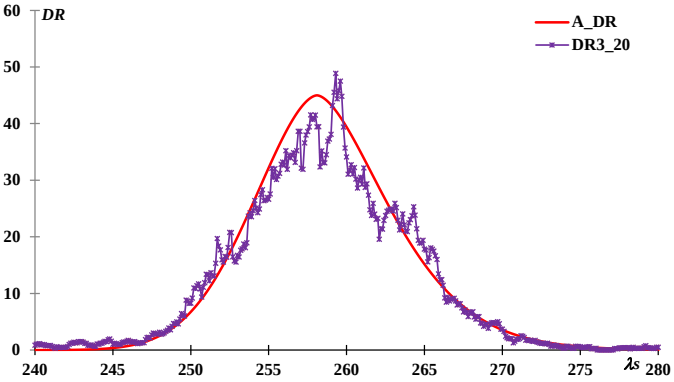




この時期、この領域には 0255PUV、0300ZPU、0301PUP00、0302PVE00、0746EVE00 という活動が想定されている。上の輻射点分布で見るように拡散した活動で、しかも北半球からの観測が難しい位置なので、今後の南半球での観測が期待される。それによっては PUV という名称が適切かということも議論になろう。PUV は Jenniskens が南半球の眼視観測から設定したものだが、IAUMDCSD では、データが不十分ということで、削除の候補になっている。前回は取り上げておらず、SonotaCo ネットの J14 リストでも、GMN でも EVE としている。

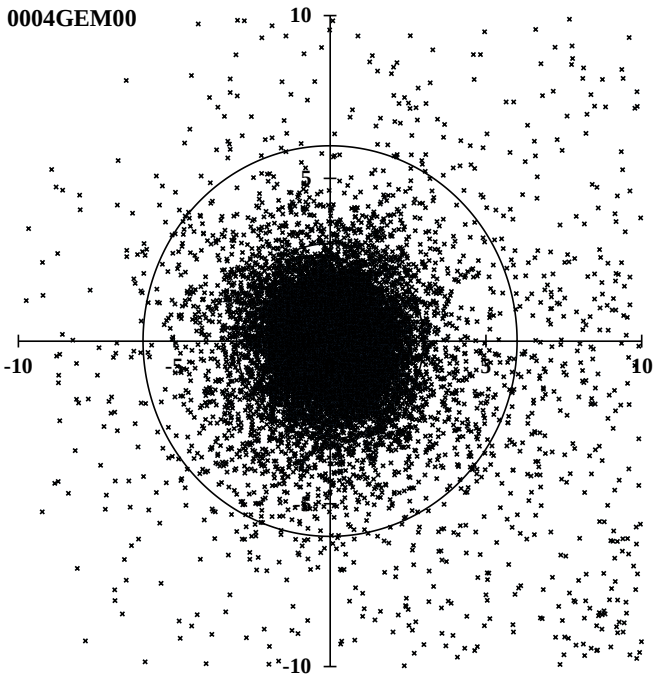
0019MON: December Monocerotids　$\lambda s = 258.1$, $\lambda - \lambda s = 202.5$, $\beta = -14.8$, $\alpha = 100.4$, $\delta = 8.3$, $V_g = 41.4$

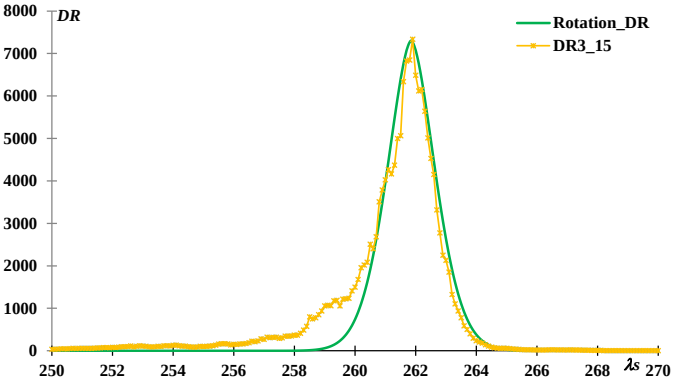




0250NOO の項目で述べたように、輻射点分布で上に見えている NOO とこの MON とは明確に区別されるようになったのは比較的新しい。年々の活動は安定しているが、極大の違いが$\Delta\lambda s = 12$ で輻射点分布図のように近接した位置関係では、眼視観測による区別は困難である。

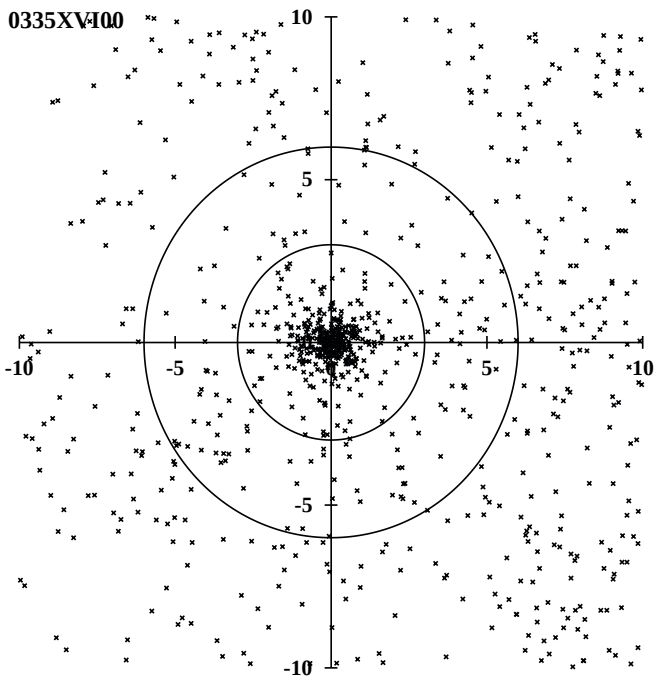
0004GEM: Geminids　　$\lambda s = 261.85$, $\lambda - \lambda s = 208.0$, $\beta = 10.5$, $\alpha = 113.3$, $\delta = 32.4$, $V_g = 33.8$

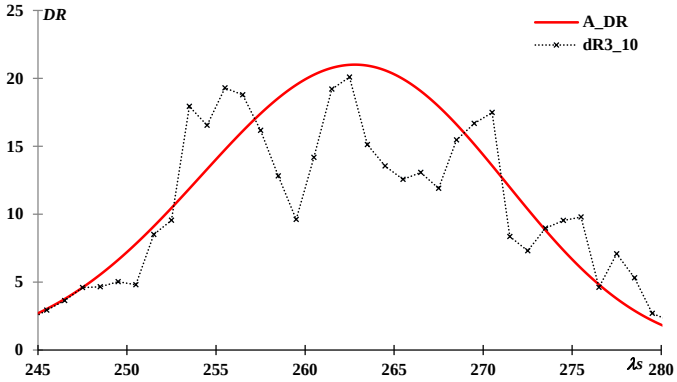




CAMS の第一報で GEM とほぼ輻射点が一致する 0641DRG00 という地心速度が GEM よりも 5km/s ほど速い活動が報告されているが、確認した報告はない。活動曲線は図に見られるように非対称で、極大後は活動は急速に終息する。0390THA は確定群とされ、GMN も記載しているが、GEM の最初期活動との区別は困難である。かつての SonotaCo ネットの設定では 0644JLL と 0747JKL を含むほど末期出現を長くとっていたが、J14 リストでλs = 265.38 までとなった。GMN では JLL の活動期間をλs =246.8~280.2 としているが、これは IAUMDCSD に掲載されている$\lambda s = 288$（または$\lambda s = 288$）から外れている。THA から JLL、JKL は GEM の輻射点移動に沿っており、GEM の活動に関連があるのか今後の課題である。

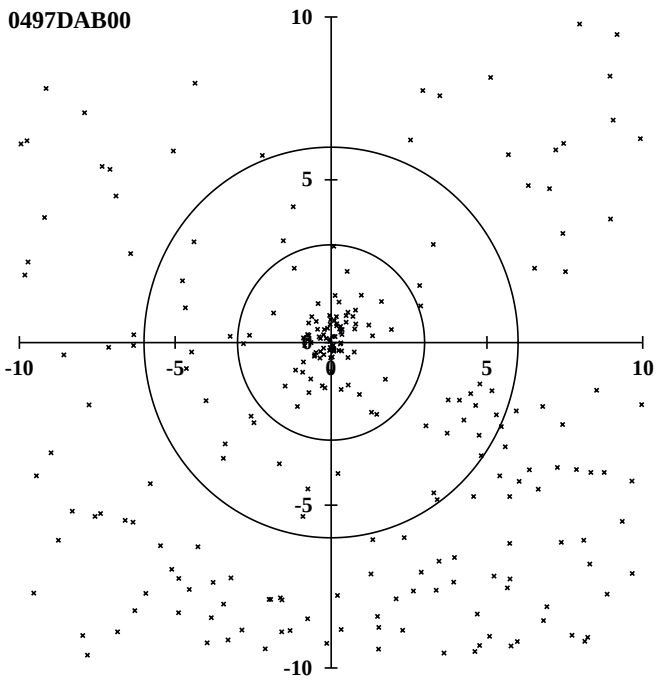
0335XVI: December chi-Virginids　　λs = 262.8, λ-λs = 291.6, β = -5.2, α = 191.3, δ = -10.5, V_g = 68.1

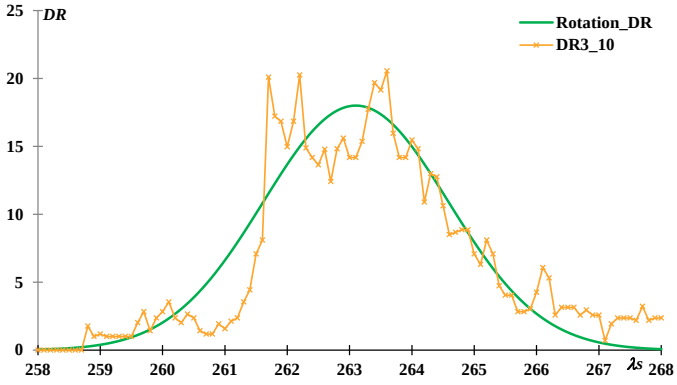




SonotaCo ネットの観測によって初検出されたものである。しかし、1117NEV00 という SonotaCo ネットの報告は、この XVI の初期活動とみなせる。輻射点はよくまとまっているが、活動曲線は明瞭ではなく、極大ははっきりしない。上の活動曲線の凸凹は年による活動の変化による。

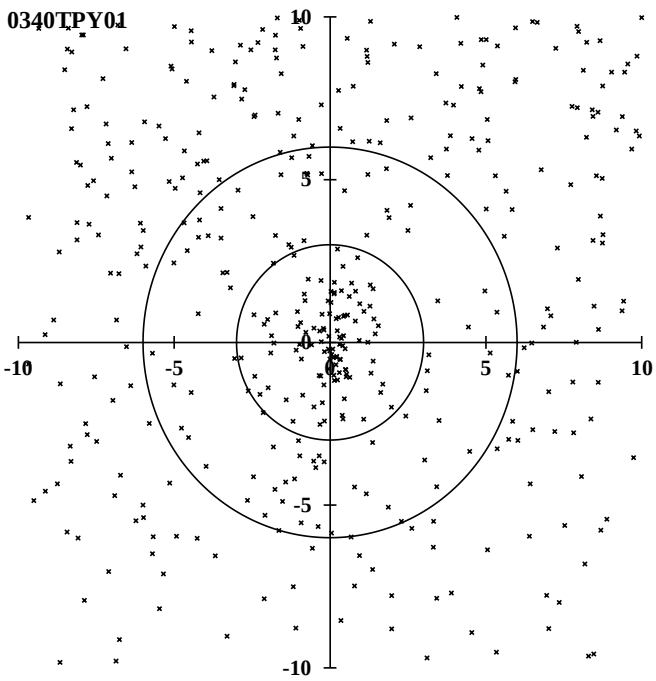
0497DAB: December alpha-Bootids　　λs = 263.1, λ-λs = 298.1, β = 32.6, α = 212.1, δ = 21.9, V_g = 59.4

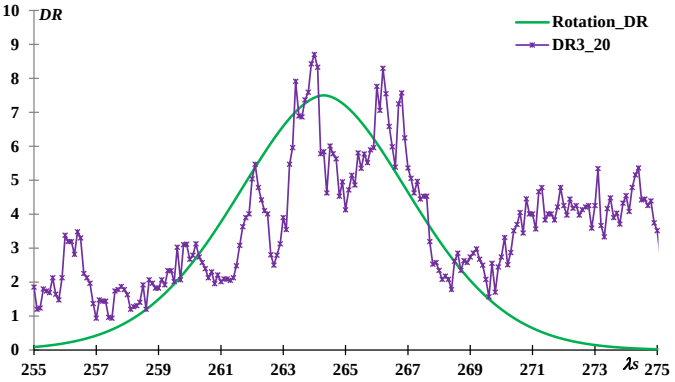




SonotaCo ネットと CAMS のデータを合わせて検出された流星群である。活動曲線の 2 つの突出部は、2021 年と 2022 年で極大の太陽黄経が異なることによる。

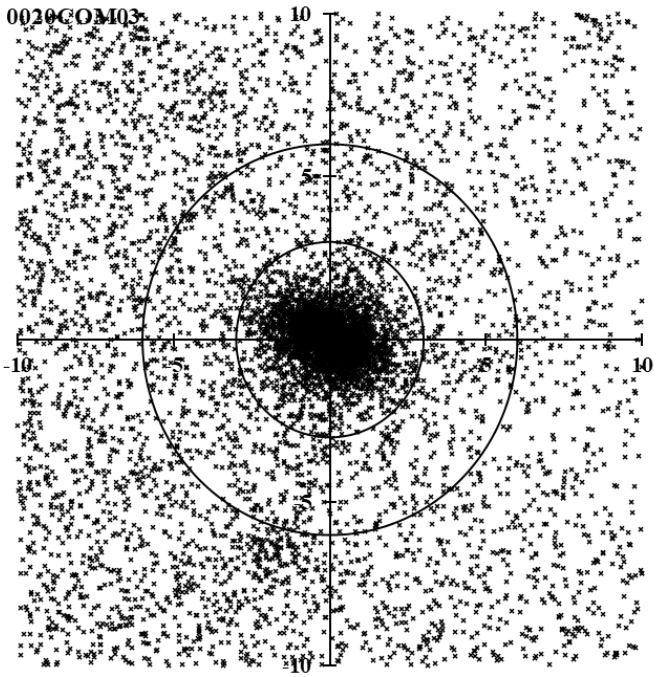
0340TPY_1: theta-Pyxidids　$\lambda s = 264.3$, $\lambda - \lambda s = 259.6$, $\beta = -32.9$, $\alpha = 152.0$, $\delta = -23.9$, $V_g = 63.0$

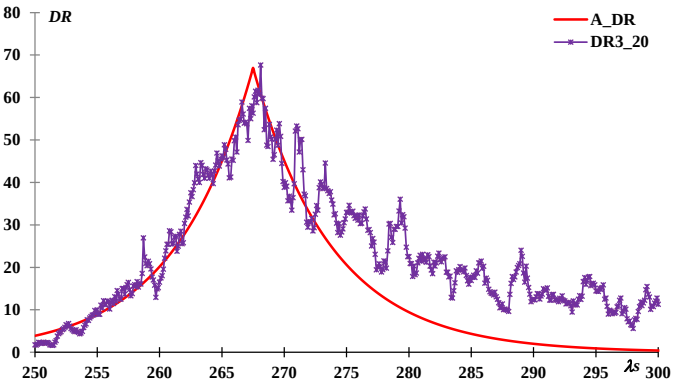




CAMS の第一報によって検出された群である。詳しくは「注意が必要な流星群」で述べたように、TPY に分類されたために混乱を生じた。既にある TPY ではなく、別の名前を与えられるべきであった。GMN ではこちらを TPY としているが、SonotaCo ネットの J14 リスト同様、DMH とすることが妥当であろう。ただし、CAMS から TPY01 に別の名称が提案されれば、そちらを使用する方が良い。

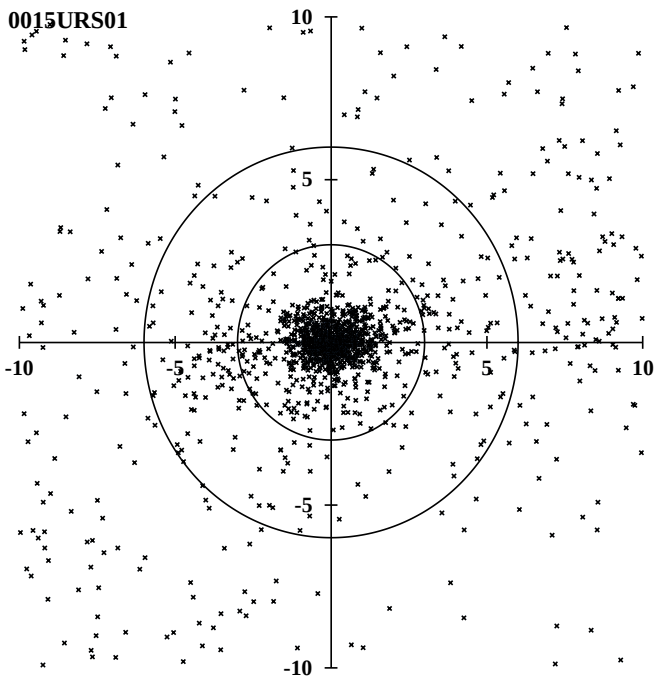
0020COM: Comae Berenicids　　$\lambda s = 267.5$, $\lambda - \lambda s = 242.9$, $\beta = 21.1$, $\alpha = 161.0$, $\delta = 30.9$, $V_g = 62.8$

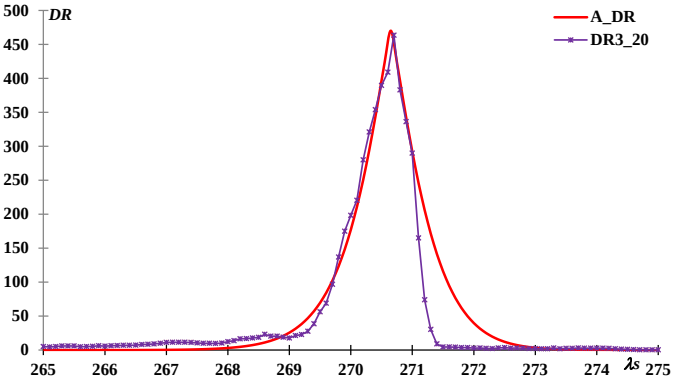




ここでの「かみのけ群」は 0020COM、0032DLM、0090JCO、0506FEV を含めている。FEV は確定群とされているが、「かみのけ群」の輻射点、活動曲線の延長上にあり、区別できない。SonotaCo ネットの J14 リストでは FEV は独立したものとしていないが、GMN は別群として扱っている。輻射点及び、極大の太陽黄経からすると DLM の方が適当な名称である。

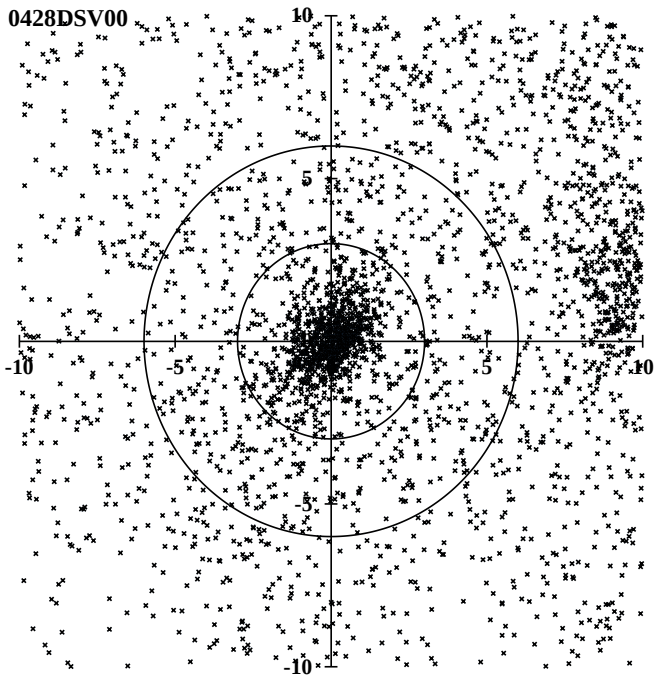
0015URS: Ursids　$\lambda s = 270.65$, $\lambda - \lambda s = 218.8$, $\beta = 72.1$, $\alpha = 219.4$, $\delta = 75.4$, $V_g = 33.1$

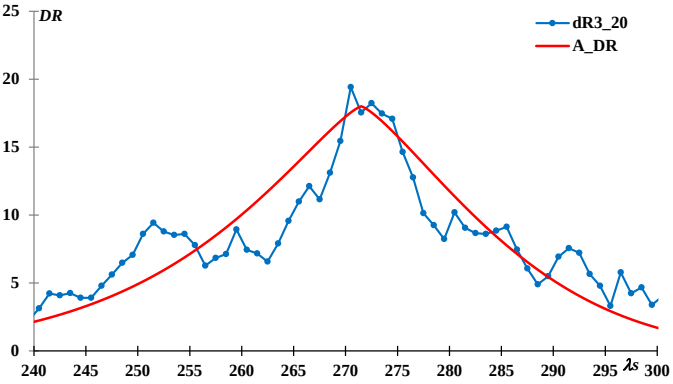




1945 年の突発出現以降、1986 年と 2000 年の活発な活動はよく知られている。その後も小規模な活動は不規則に観測されてきた。現在ではビデオ観測によって毎年の活動が捉えられているが、年による極大の太陽黄経、また、輻射点の微妙な変化も見られている。

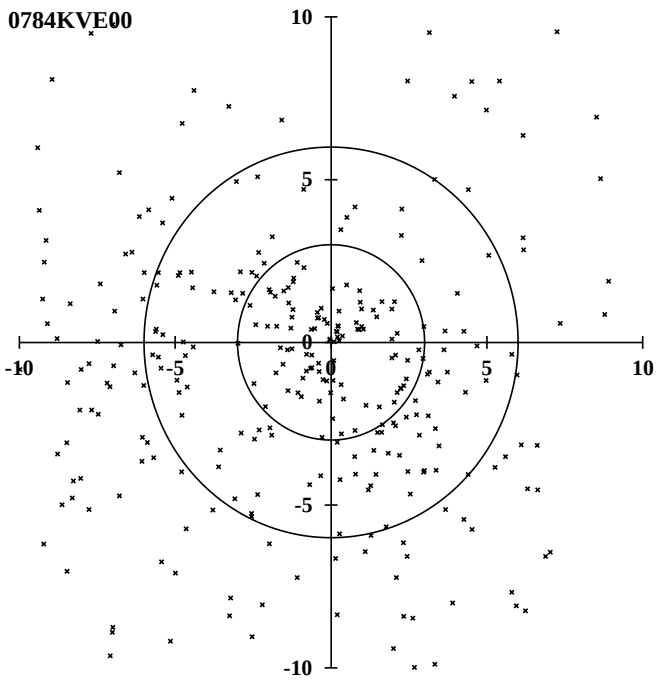
0428DSV: December sigma-Virginids　$\lambda s = 271.5$, $\lambda - \lambda s = 293.4$, $\beta = 15.0$, $\alpha = 208.5$, $\delta = 4.4$ $V_g = 66.1$

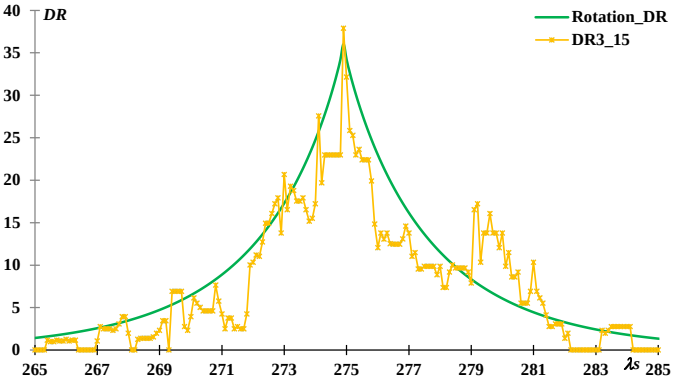




0513EPV00、0500JPV00~02、1124HTV00 がこの活動に含まれる。DSV はイギリスの人が 2011 年に SonotaCo ネットのデータを用いて見出したもので、EPV は翌年、クロアチアの観測と SonotaCo ネットのデータを用いた調査で報告されている。一夜当たりの出現数は多くないのではっきりしないが、年により極大の太陽黄経は異なるようである。SonotaCo ネットの J14 リストでは DSV と JPV を EPV に含めており、GMN は DSV として統一している。

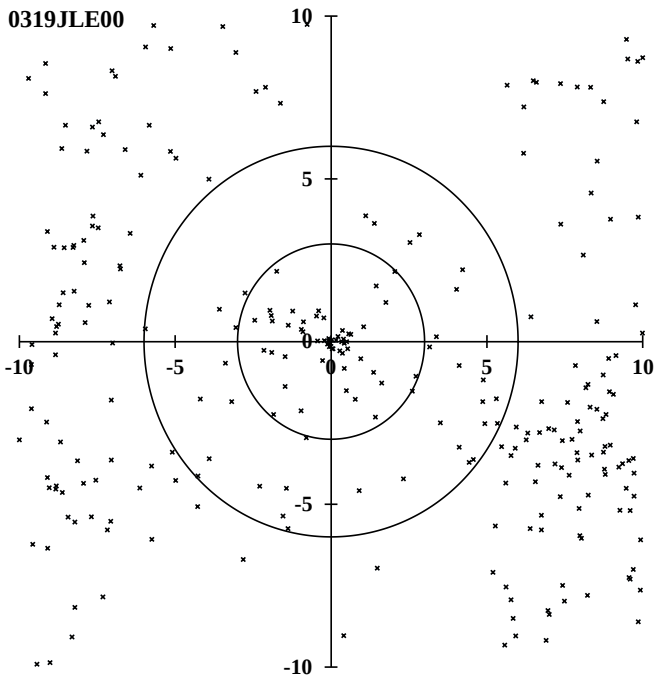
0784KVE: kappa-Velids　　λs = 274.9, λ-λs = 259.4, β = -59.6, α = 142.3, δ = -50.5, V_g = 43.3

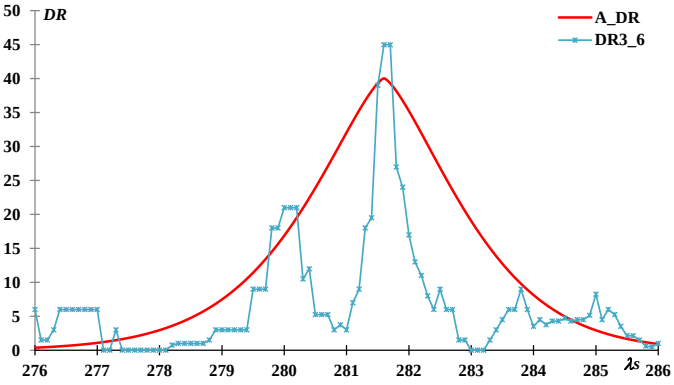




SAAMER というアルゼンチンの流星レーダーの観測で検出されたもので、それに続く観測は報告されていない。0255PUV を含め、λs = 240~280 の間にはλ-λs = 250~280 で、β = -60 付近の領域に輻射点の活動域がある。それをどのようにまとめることができるのか、今後の南半球での観測が期待される。さすがに、前回は取り上げておらず、SonotaCo ネットの J14 リストにはない。

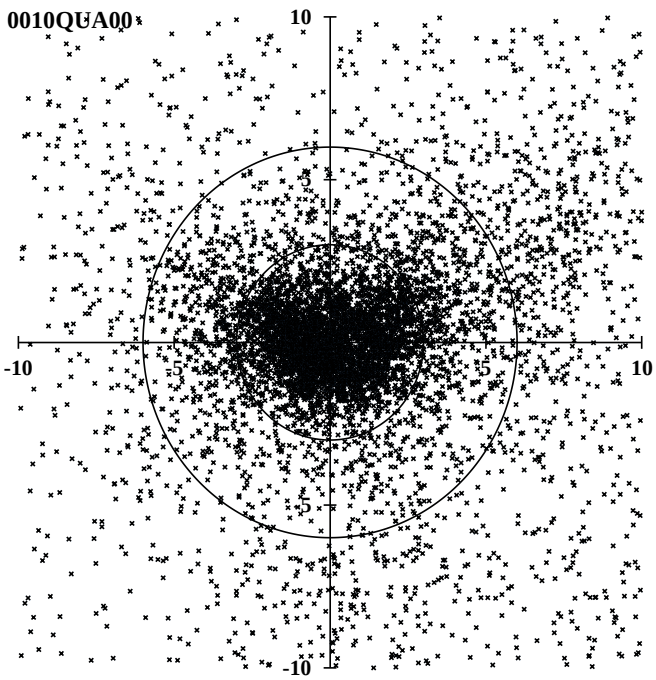
0319JLE: January Leonids　　λs = 281.6, λ-λs = 219.5, β = 10.2, α = 147.0, δ = 24.1, V_g = 51.9

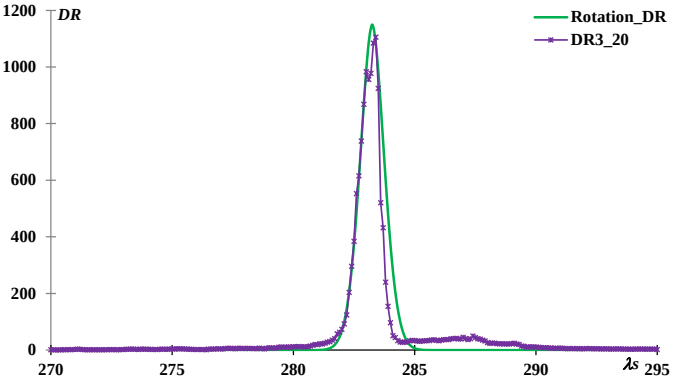




CMOR1 の電波観測によって検出された群である。CMOR の画像でも輻射点は小さくまとまっており、上の輻射点分布図でも中心付近の小さくまとまった集合が KVE で周囲は散在流星であろう。活動曲線ももっと鋭いかもしれない。

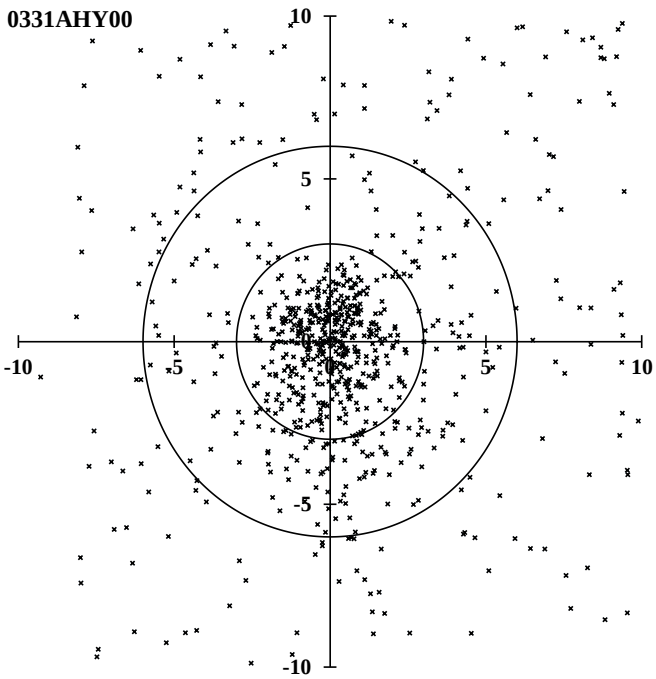
0010QUA: Quadrantids　　$\lambda s = 283.25$, $\lambda - \lambda s = 276.7$, $\beta = 63.8$, $\alpha = 230.0$, $\delta = 49.7$, $V_g = 40.4$

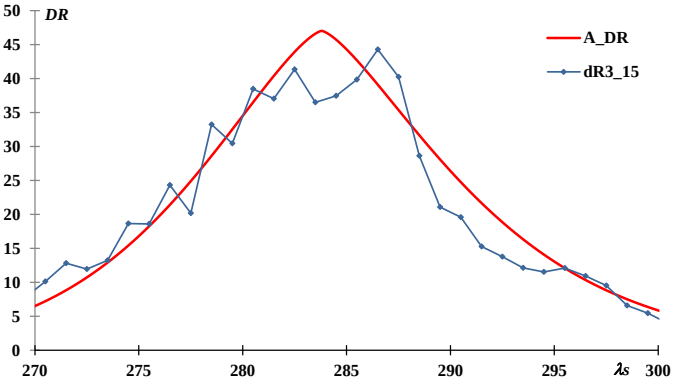




輻射点分布が特異で、ハート型に右上と左下に伸びた形をしている。SonotaCo ネットの観測からも同じ結果が得られているので、QUA の特徴だと思われる。活動曲線は非対称で、λs = 287 付近に緩やかなピークをもつ弱い活動が見られることも SonotaCo ネットのデータと同じ結果である。しかし、GMN は QUA の活動をλs <285 としている。

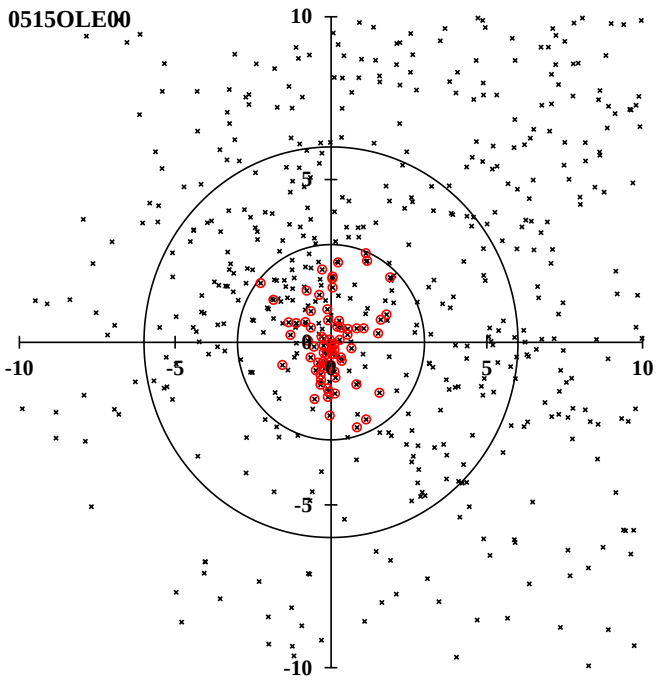
0331AHY: alpha-Hydrids　　$\lambda s = 283.8$, $\lambda - \lambda s = 207.9$, $\beta = -26.2$, $\alpha = 127.1$, $\delta = -8.0$, $V_g = 43.6$

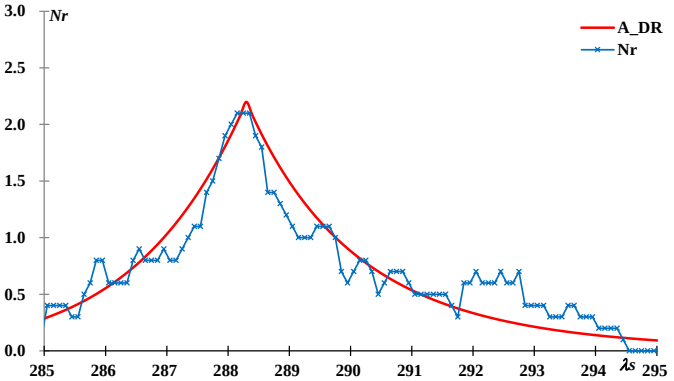


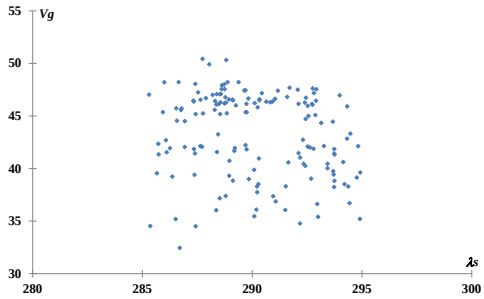


CMOR1 で見出された流星群だが、ビデオ観測でもよく捉えられている。0319JLE に比べてビデオ観測向きの流星群であるようだ。CMOR の画像でも明確な極大は見られないが、上の活動曲線でもλs = 280~286 の期間の活動はほぼ同等である。

0515OLE: omicron-Leonids　$\lambda s = 288.3$, $\lambda - \lambda s = 209.2$, $\beta = -7.3$, $\alpha = 137.7$, $\delta = 8.6$, $V_g = 46.5$



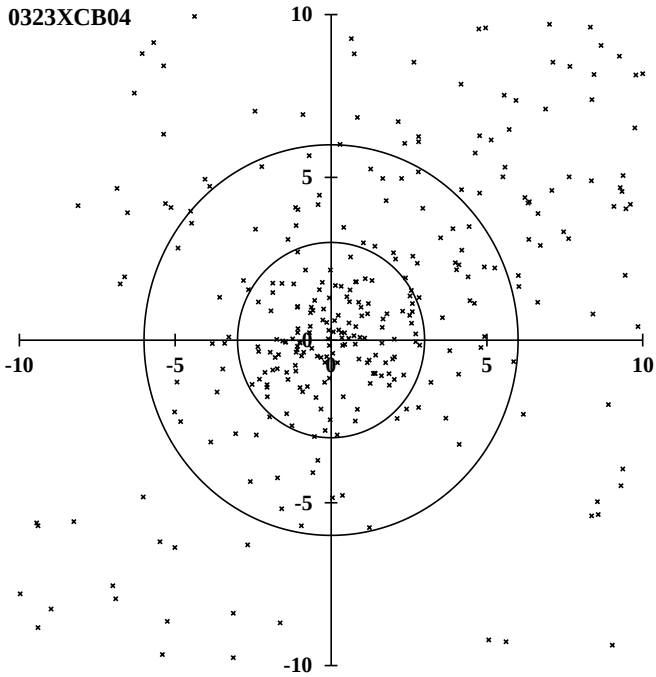


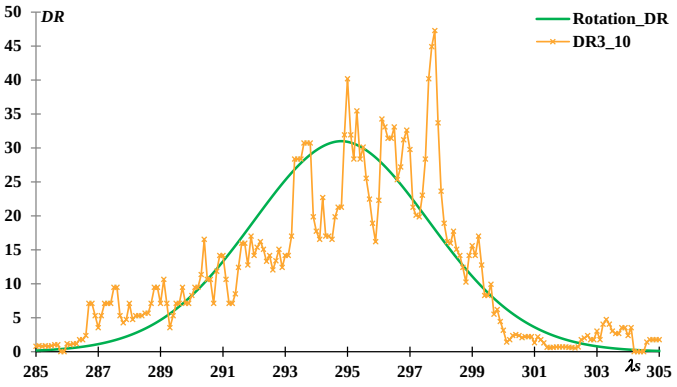


Code	λs	$\lambda - \lambda s$	β	V_g
0643OLS00	287	209.3	-7.4	44.9
0793KCA00	289	208.5	-7.0	47.3
0515OLE00	296	208.0	-6.9	41.5

前回、0515OLE として取り上げたので、今回もその名称を継承する。しかし、左の表に示すようにほぼ同じ領域に 3 つの似た活動がある。$\lambda s = 285$~295 で OLE の輻射点から 3 度以内の流星について地心速度の分布を表したものを活動曲線の下に示した。ここで $V_g = 44.5$(km/s)を境に上下の活動を分けて調べたところ、$V_g > 44.5$(km/s)の方がまとまった結果となった。上に示した輻射点分布と活動曲線は $V_g > 44.5$(km/s)のものについての結果である。輻射点分布で半径 3 度以内かつ $V_g > 44.5$(km/s)のものに○をつけた。$V_g < 44.5$(km/s)のものも似たような結果ではあるが、これほど明瞭な結果にはならなかった。上の表の 3 つの活動は同じものを表しているようだが、OLS と KCA の方が活動をやや的確に表しているようである。SonotaCo ネットの J14 リストには KCA、GMN には OLE と KCA がそれぞれ記載されている。

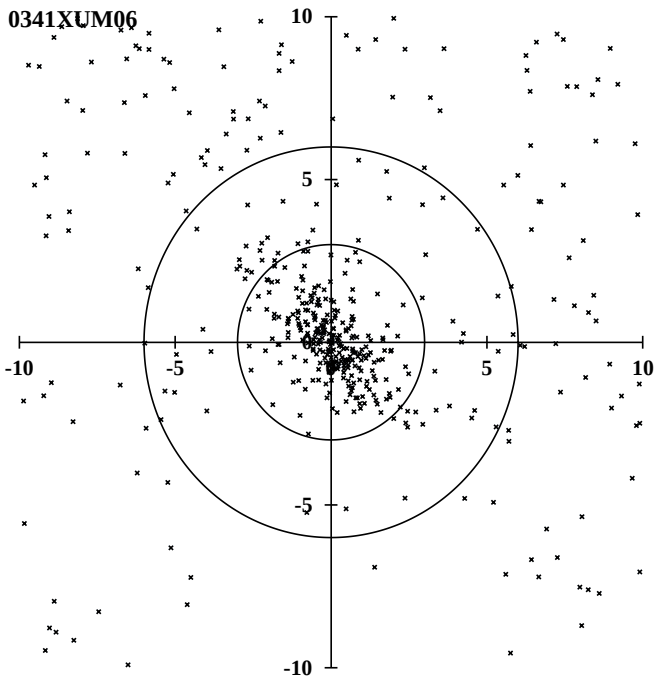
0323XCB: xi-Coronae Borealids　　$\lambda s = 294.8$, $\lambda - \lambda s = 307.3$, $\beta = 50.8$, $\alpha = 250.2$, $\delta = 29.3$, $V_g = 45.4$

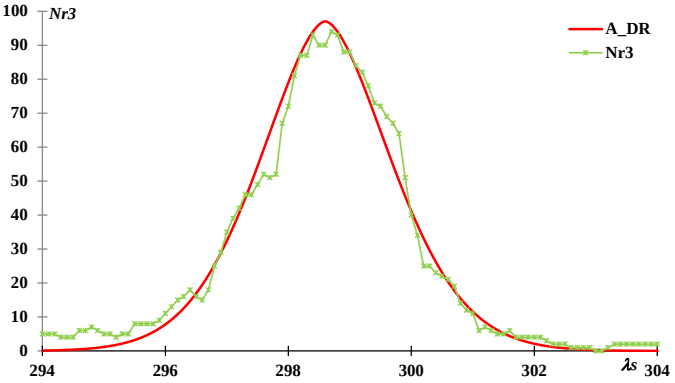




0321TCB、0322LBO、0323XCB はいずれも CMOR1 の電波観測によって検出された群である。TCB と LBO の方が電波観測では活発な活動が捉えられているにもかかわらず、ビデオ観測では TCB と LBO は散在流星の活動に埋もれている。XCB の方がビデオ観測向きなのであろう。前回も XCB だけは取り上げているが、SonotaCo ネットの J14 リストいずれも掲載されていない。GMN には LBO と XCB が載っている。活動は年により変化するようで、活動曲線の凹凸はそれによるものと思われる。

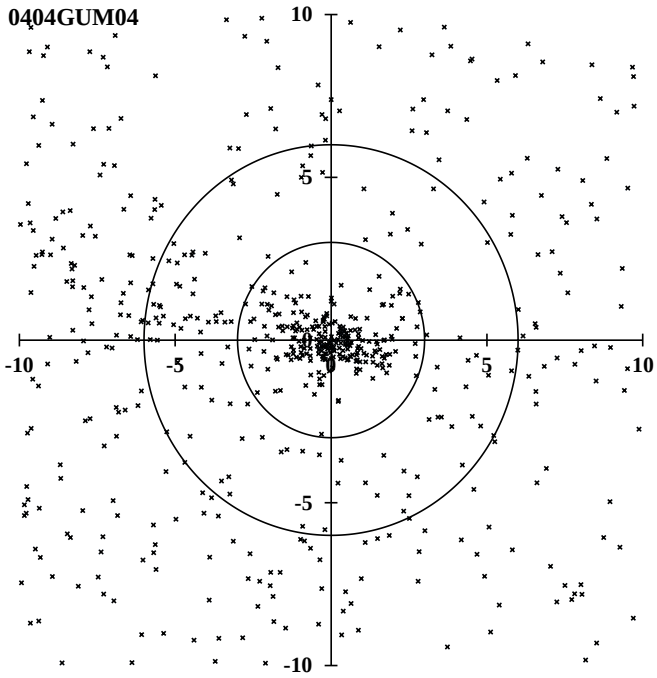
0341XUM: January xi-Ursae Majorids $\lambda s = 298.6$, $\lambda - \lambda s = 218.1$, $\beta = 25.8$, $\alpha = 169.5$, $\delta = 32.8$, $V_g = 41.0$

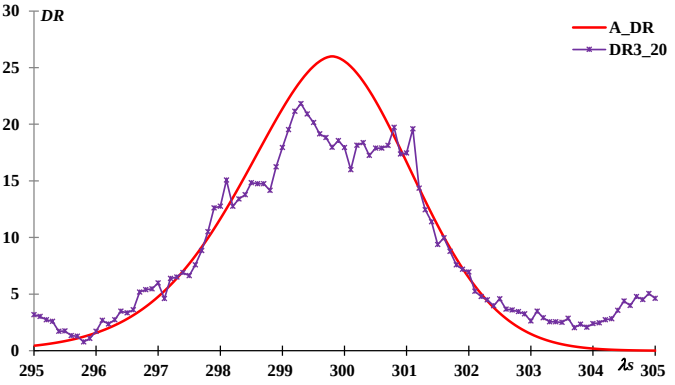




SonotaCo ネットの観測によって初検出された活動である。使用したデータの半数以上が 2023 年の観測で、活動曲線は 2023 年のものと言っても言い過ぎではない。輻射点分布は、前回の SonotaCo ネットによるものでも右下がりである。輻射点移動の方向も右下がりであるが、上の分布は輻射点移動を考慮したものであり、この形は XUM の特徴であろう。

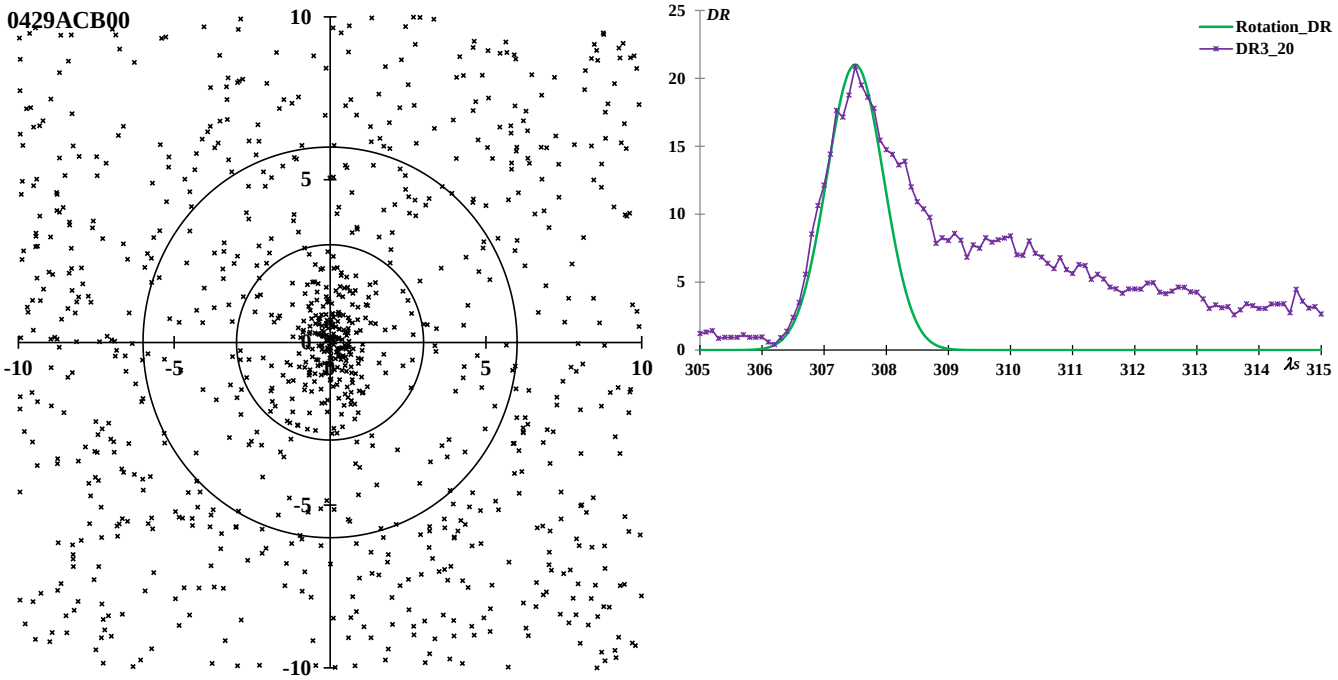
0404GUM: gamma-Ursae Minorids $\lambda s = 299.8$, $\lambda - \lambda s = 218.8$, $\beta = 74.5$, $\alpha = 229.7$, $\delta = 67.3$, $V_g = 29.4$





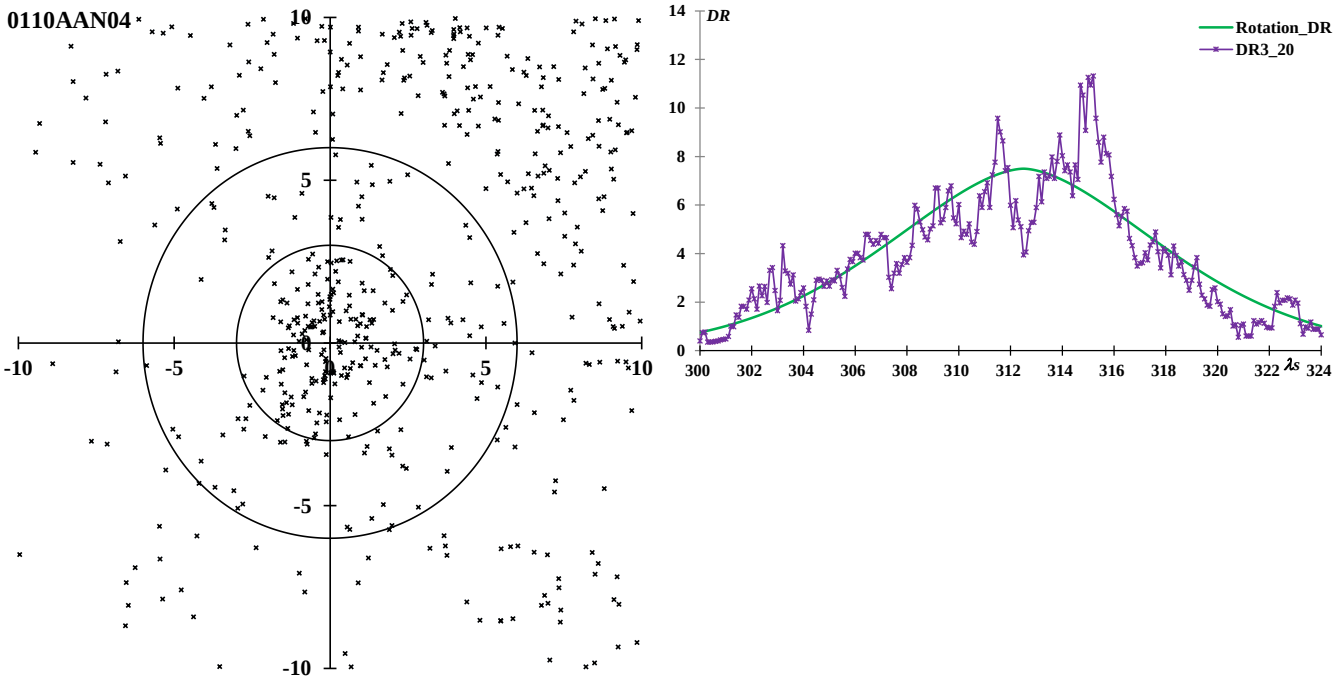
CMOR2 の電波観測によって検出された群であるが、ビデオ観測でもよく捉えられている。ほぼ XUM と同じ時期に同じ規模の活動をしているのに CMOR の観測までは知られていなかった。SonotaCo ネットの観測でも 2007~9 年の観測では GUM の活動は明瞭ではないが、2010 年以降の観測では存在が明らかに認められる。前回は取り上げていない流星群であり、今後の活動変化が注目される。

0429ACB: alpha-Coronae Borealids　　$\lambda s = 307.5$, $\lambda - \lambda s = 271.4$, $\beta = 44.7$, $\alpha = 231.3$, $\delta = 27.9$, $V_g = 57.2$



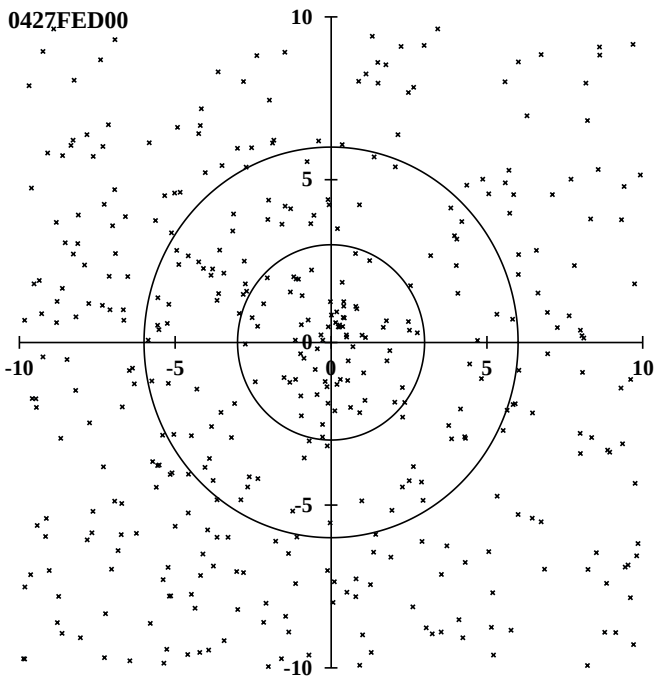
ACB はイギリスの人が 2011 年に SonotaCo ネットのデータを用いて見出したものである。活動開始後、すぐに極大に達して、その後緩やかに活動が衰えていくという活動曲線が特徴である。

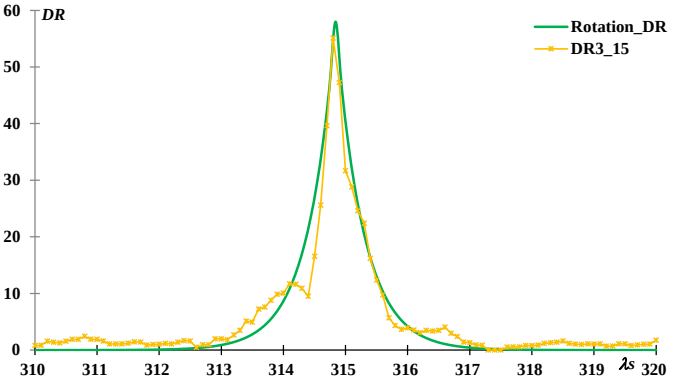
0110AAN: alpha-Antliids　　$\lambda s = 312.5$, $\lambda - \lambda s = 211.0$, $\beta = -17.4$, $\alpha = 158.1$, $\delta = -9.6$, $V_g = 43.9$



AMOR の電波観測によって検出された群である。その後も CMOR1、CMOR2 と電波観測では目立つ存在であったが、ビデオ観測での確認は遅れた。SonotaCo ネットの J14 リストには掲載されていない。CMOR の画像で見ると 0405MHY が南東側に連なるように活動している。上の輻射点分布図で MHY は AAN の左下にあたるが、電波観測ほどははっきりしない。

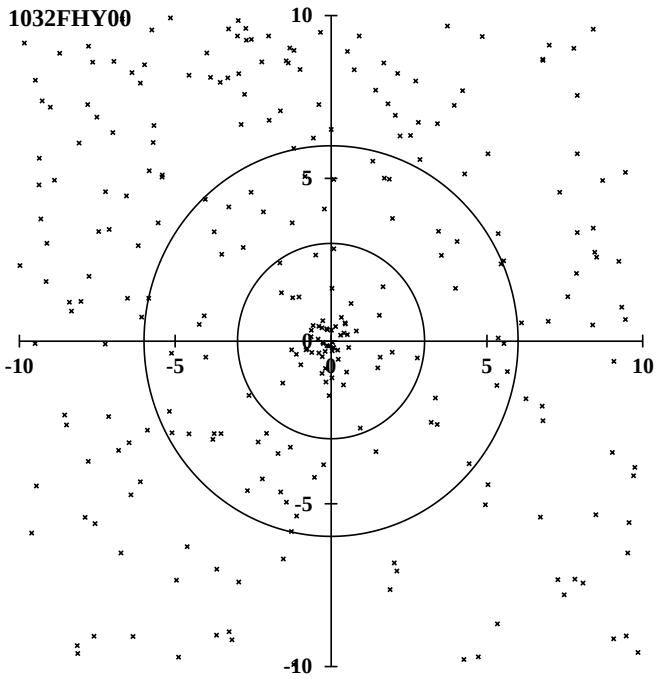
0427FED: February eta-Draconids　　$\lambda s = 314.84$, $\lambda - \lambda s = 230.6$, $\beta = 76.0$, $\alpha = 239.3$, $\delta = 61.8$, $V_g = 35.2$

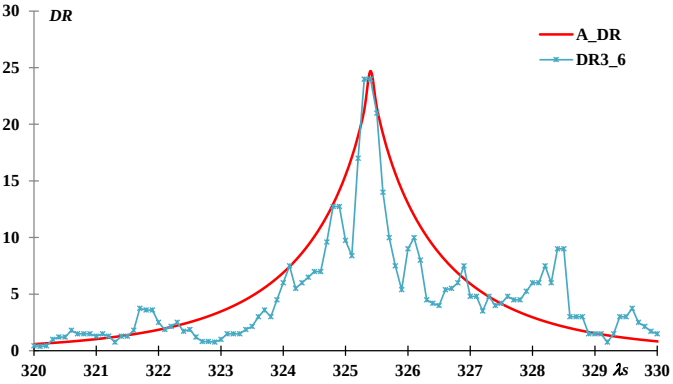




2011 年 2 月 4 日に CAMS で 6 個の流星が捉えられたというのが最初の報告である。上の活動曲線でも、半値幅はおよそ半日であり、観測時間が極大に合わなければ捉えることは難しい。SonotaCo ネットの J14 リストにもなく、前回は取り上げていない。

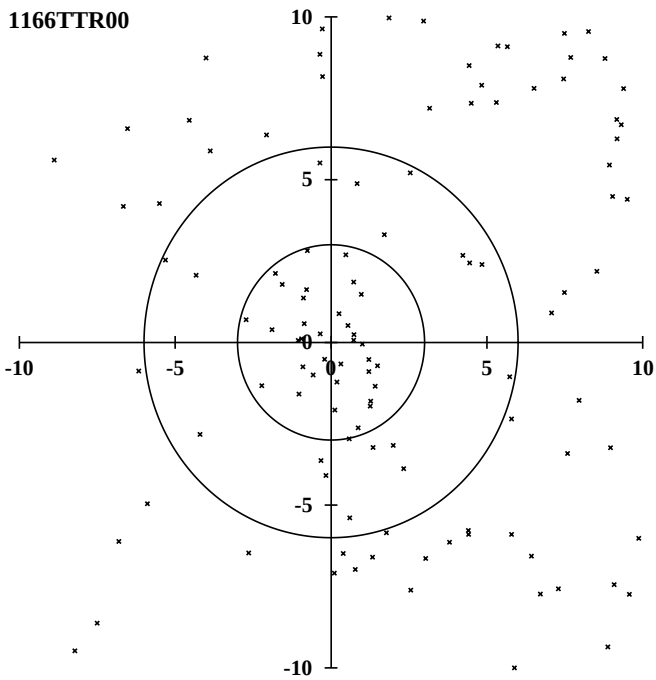
1032FHY: February Hydrids　$\lambda s = 325.4$, $\lambda - \lambda s = 160.7$, $\beta = -18.9$, $\alpha = 123.9$, $\delta = 0.4$, $V_g = 16.1$

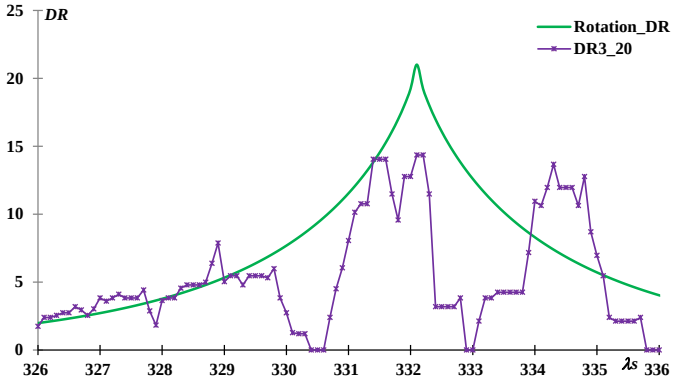




2018 年 2 月 9~17 日の間に CAMS で 17 個の流星が捉えられたという速報が最初の記録である。前回は取り上げておらず、SonotaCo ネットの J14 リストにも GMN にもない。。輻射点もよく集中し、極大も明確である。輻射点の位置と地心速度から考えると、流星体の空間密度は相当高いと思われる

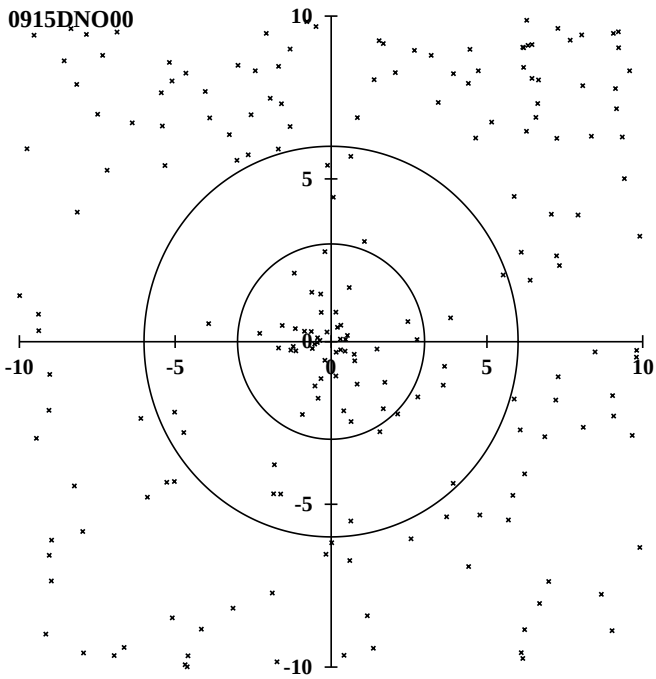
1166TTR: theta-Trianguli Australids　λs = 332.1, λ-λs = 285.4, β = -43.9, α = 247.0, δ = -66.4, V_g = 56.3

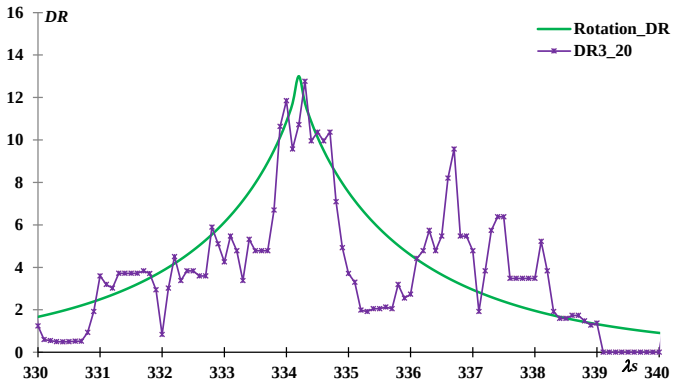




CAMS の第３報で登場する新しい流星群である。前回は取り上げておらず、SonotaCo ネットの J14 リストにも GMN にも掲載されていない。GMN の観測流星数は総数でわずか 34 個、うち 28 個が 2023 年のものである。今後の南半球での観測の進展が期待される。2023 年の流星の実数の推移からは、活動曲線は非対称で極大後の減少が速いらしい。

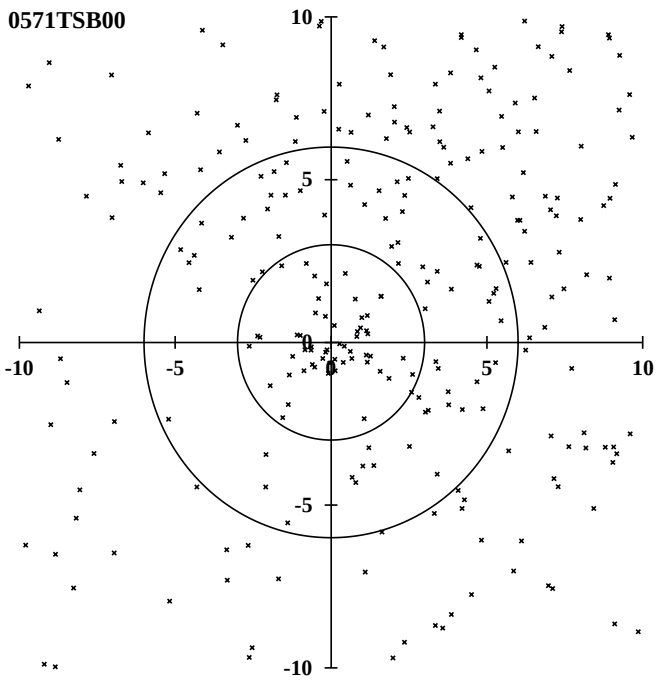
0915DNO: delta-Normids　λs = 334.2, λ-λs = 271.5, β = -24.9, α = 237.8, δ = -45.7, V_g = 66.7

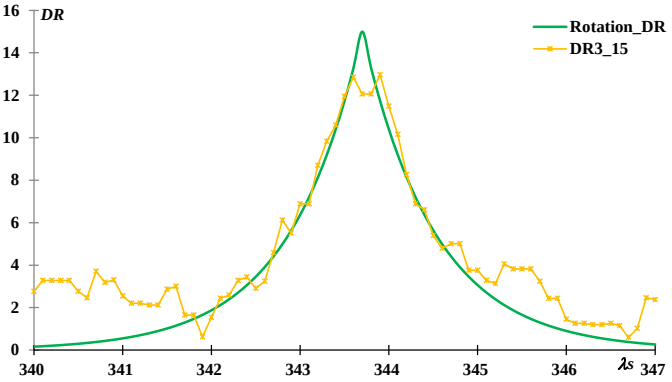




CAMS の第二報で登場した流星群である。前回は取り上げておらず、SonotaCo ネットの J14 リストにもないが、GMN は掲載している。これも南方の流星群であり、46 個中 33 個が 2023 年の観測と南半球における観測の進展がうかがえる。

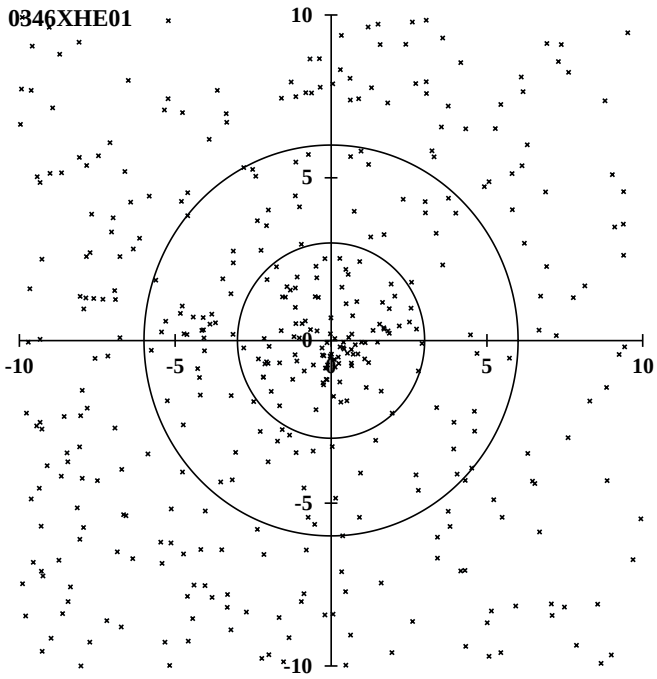
0571TSB: 26-Bootids　　λs = 343.7, λ-λs = 220.8, β = 36.7, α = 216.7, δ = 24.6, V_g = 49.4

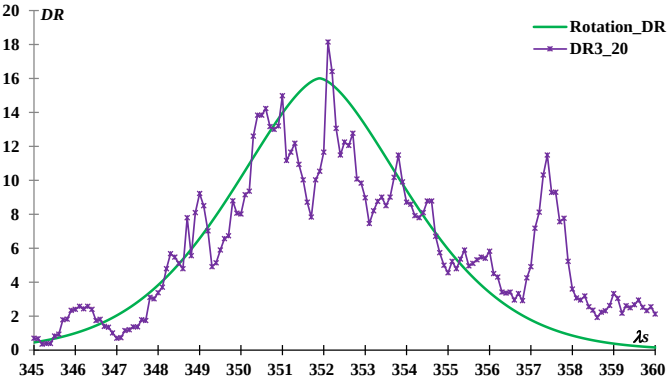




クロアチアの観測と SonotaCo ネットワークの観測を合わせて検出された活動である。前回は取り上げていない活動である。得られた流星数が 55 と少ない割には明瞭な活動曲線である。SonotaCo ネットの J14 リストにも GMN にも掲載されているが、J14 で活動期間をλs = 342.73 ~ 343.46 としているのは短過ぎるだろう。

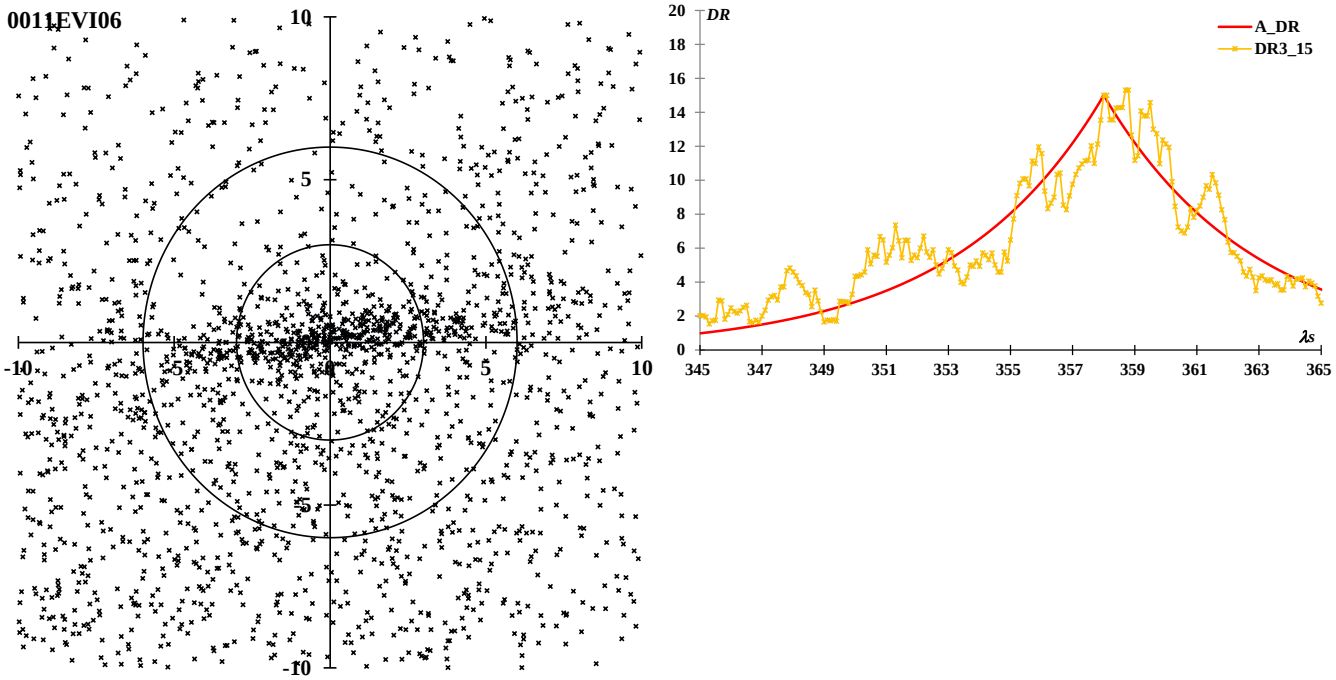
0346XHE: x-Herculids　　λs = 351.9, λ-λs = 249.0, β = 70.8, α = 255.9, δ = 48.8, V_g = 34.5





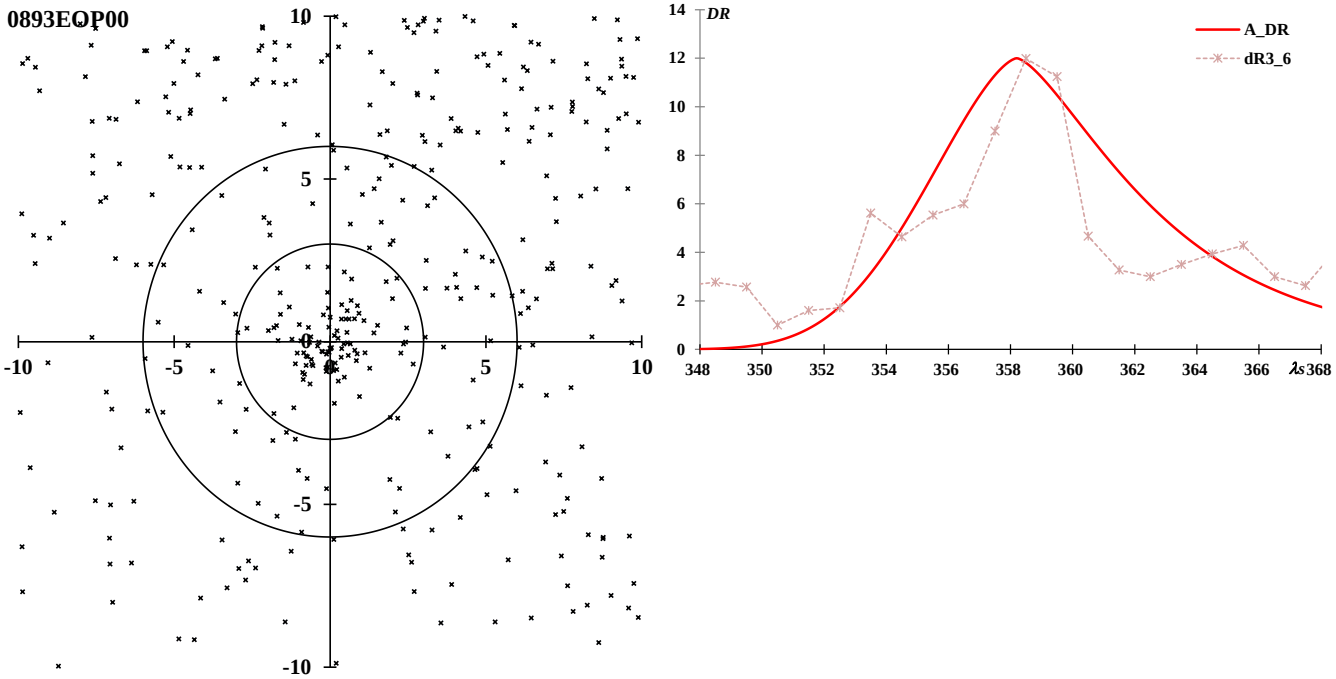
2009 年 3 月の IMO のビデオネットの観測が最初の検出報告である。CMOR の画像では痕跡程度しか認められず、ビデオ観測向きの流星群のようである。

0011EVI: eta-Virginids　　λs = 358, λ-λs = 187.0, β = 5.3, α = 186.7, δ = 2.8, V_g = 27.2



1953 年 3 月 12~13 日にスーパーシュミットで 5 個の EVI が記録されていることを Jenniskens が指摘している。このように、EVI の活動は年による変化が大きく、4 年周期であると指摘されている。GMN でも総観測流星数は 2022 年の方が多いにもかかわらず、EVI の数は 2021 年の方が多い。輻射点分布は移動を考慮しても細長い形になる。これは筆者が指摘しているように、EVI の軌道が黄道面に沿って回転した広がりを持っているためである。

0893EOP: eta-Ophiuchids　　λs = 358.2, λ-λs = 262.8 β = 6.7, α = 260.7, δ = -16.5, V_g = 70.8



これは CAMS の第二報で登場した流星群である。まだ得られている EOP の数が 58 と少ないが、活動曲線は非対称で、極大後半の活動が長いとみられる。前回は取り上げていないが、SonotaCo ネットの J14 リストにも GMN にも掲載されている。しかし、J14 リストでは活動期間をλs = 354.60~356.36 と EOP の活動の前半に限っている。